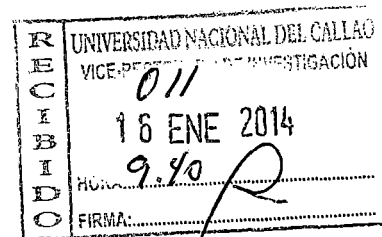
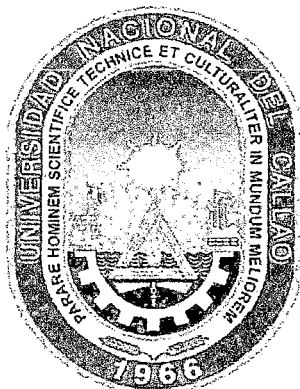
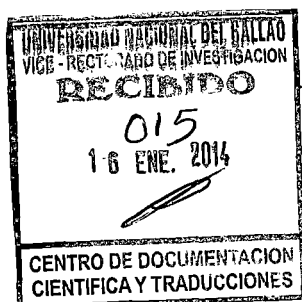




FEB 2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
“LAS CURVAS DE CONGELACIÓN, EN LAS
CARNES, EN CONGELADORAS DOMESTICAS”

AUTOR: JOSÉ RAMÓN CÁCERES PAREDES

(PERIODO DE EJECUCIÓN: Del 01 de febrero del 2012 al 31 de enero del 2014)

(Resolución de aprobación N° 137-2012-R)

Callao, 2014

INDICE

Resumen	i
Abstract	ii
I.- Introducción.....	1
1.1.- Objetivos de la investigación.....	3
1.2.- Importancia.....	3
1.3.- Justificación.....	4
II.- Marco teórico.....	5
2.1.- La congelación de alimentos.....	5
2.2.- La congelación de las carnes.....	6
2.3.- Las etapas o fases de la congelación.....	9
2.4.- La velocidad de congelación.....	10
2.5.- Las curvas de congelación.....	12
2.6.- Análisis de las curvas de congelación.....	13
III.- Materiales y métodos	
3.1.- Equipos e instrumentos.....	15
3.2.- Materia prima.....	15
3.3.- Metodología.....	16
IV.- Resultados.....	18
V.- Discusión.....	24
VI.- Referenciales.....	28
VII.- Apéndices.....	30
Anexos.....	84



RESUMEN

Las pruebas experimentales se realizaron en la planta piloto del Centro Experimental Tecnológico (CET) de la Universidad Nacional del Callao. Se determinaron las curvas de congelación de las carnes más utilizadas por el ama de casa peruana en la alimentación familiar, en un refrigerador doméstico Samsung, con sensores de calor inalámbricos DATATRACE. Las carnes fueron: pechuga de pollo, entreciema de pollo, piernas de pollo, alitas de pollo, costillas y lomo de cerdo, carne molida y entera de vaca.

La temperatura de -18°C , se alcanzó después de un tiempo de tratamiento de 06:24:40 horas para la pechuga de pollo, de 07:17:00 horas para la entreciema de pollo, de 04:00:20 horas para las piernas del pollo, de 03:21:20 horas para las alitas de pollo. Para las costillas y lomo de cerdo los tiempos fueron de 04:15:20 y 04:41:40 horas, respectivamente; para la carne molida, el tiempo fue de 07:41:00 horas y para la carne entera "osobuco" el tiempo fue de 08:25:20 horas. El peso de la carne fue de 250,25; 222,62; 146,00; 117,40; 250,00; 250,00; 243,90; y 235,30 gramos respectivamente.

Se determinó que no existe diferencia entre los tiempos de congelación, cuando la temperatura en la carne fue de -18°C , entre la carne molida y entera de vaca, al 0,01 y 0,05 nivel de significancia.

Palabras clave: Curvas de congelación, refrigerador doméstico, pechuga de pollo, entreciema de pollo, pierna de pollo, alitas de pollo, costillas y lomito de cerdo, y carne molida y entera de vaca, tiempo y temperatura de congelación.

ABSTRACT

Experimental tests were performed in the Experimental Technology Center (CET) at the National University of Callao pilot plant. Freezing curves for the meat most used by the Peruvian housekeeper in the family diet, in a domestic refrigerator Samsung with wireless heat sensors DATATRACE were determined. Chicken breast, chicken crotch, chicken legs, chicken wings, pork's ribs, loin of pork, ground beef and beef "osobuco", were used.

Temperature in order that $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ was achieved after a treatment time of 6:24:40 hours for chicken breast, 7:17:00 hours for chicken crotch, 4:00:20 hours for chicken legs, 3:21:20 hours for chicken wings. For pork's ribs, loin of pork the times were 4:15:20 and 4:41:40 hours, respectively, and for the ground beef the time was 07:41:00 hours, and for beef "osobuco" the time was 8:25:20 hours. The meat weight were 250,25; 222,62; 146,00; 117,40; 250,00; 250,00; 243,90 and 235,30 grams, respectively.

It was determined that there isn't difference between the freezing time, when the meat temperature was $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, between the ground meat and beef "osobuco" at 0.01 and 0.05 significance level .

Keywords: Freezing curves, domestic refrigerator, chicken breast, chicken crotch, chicken legs, chicken wings, pork's ribs, loin of pork, ground beef, beef "osobuco", freezing time and freezing temperature.

I.- INTRODUCCIÓN

La congelación es uno de los métodos para conservar a los alimentos – entre ellos a las carnes y productos cárnicos- más utilizados a nivel casero debido principalmente a que en casi todos los hogares existe un refrigerador con “freezer” o una congeladora comercial. Ello permite conservar al alimento por un tiempo relativamente corto en condiciones similares a su estado natural, tal como si estuviera al estado fresco.

La congelación se fundamenta en la solidificación del agua líquida presente en un determinado alimento, reduciendo su biodisponibilidad y con ello minimizar su utilización para la realización de reacciones químicas, bioquímicas y enzimáticas.

La calidad de un alimento congelado depende de la velocidad con la que se le extraiga calor al alimento o que éste pierda el calor interno hasta llegar a una temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el centro del producto. Esta velocidad se define como la relación que existe entre la distancia de la superficie y el punto crítico del alimento, dividido por el tiempo en el que la temperatura del punto crítico ha pasado desde 0°C hasta -15°C . Dependiendo del sistema de congelación utilizado, la congelación puede ser lenta si la velocidad es menor de 1 cm/h , como el que utilizan los congeladores domésticos, velocidad media si la velocidad varía entre 1 y 5 cm/h obtenido en los túneles de aire frío, y congelación rápida si la velocidad es mayor a 5 cm/h que se obtiene por inmersión en nitrógeno líquido.

Si bien es cierto que el agua cambia del estado líquido al sólido a 0°C , un alimento se considera técnicamente congelado si su temperatura en el punto crítico o “punto caliente” es de -18°C , pues a dicha temperatura los microorganismos no crecen con facilidad y la actividad enzimática es muy lenta

En el Perú existe carencia de sistemas o cadenas de frio que puedan ser utilizados masivamente y garantizar que el poblador peruano disponga de un alimento en buenas condiciones de calidad sanitaria y nutricional; sin embargo, la casi totalidad de hogares de la población urbana dispone de un refrigerador en cuyo "freezer", con buen funcionamiento, la temperatura de los productos que allí se guardan alcanzan temperaturas de -20°C que es suficiente para almacenar temporalmente a los alimentos que en él se acondicionen.

A diferencia de los procesos térmicos a temperaturas altas que destruye la carga microbiana y elimina la actividad enzimática, la congelación solo retarda o disminuye la velocidad de reacción de los procesos de desnaturalización, de la actividad enzimática y microbiana, por ello es muy importante conocer la efectividad de los procesos de congelado que de manera casera se realizan en los hogares peruanos y así tener la seguridad que se dispone de un alimento de buena calidad.

Una de las consecuencias de la congelación es la deshidratación del alimento y por ende el incremento en la concentración de sus solutos. Muchos de estos solutos pueden reaccionar entre sí lo cual incrementa la velocidad de reacción, principalmente cuando las temperaturas se encuentran entre -5°C y -15°C , por debajo de dicha temperatura las velocidades de reacción disminuyen.

El incremento de la concentración de solutos presentes en el alimento y de las velocidades de reacción, ocasiona variaciones en el pH, de la presión de vapor, de la fuerza iónica, incremento de la viscosidad, disminución del punto de congelación, alteraciones en la presión osmótica, en la tensión superficial. Los efectos indicados disminuyen en la medida que mas rápidamente se realiza la congelación.

El problema que se estudió en la investigación se enuncio de la siguiente manera:
¿En qué medida la determinación de la curva de congelación en las carnes que normalmente consumen los hogares peruanos y que el ama de casa almacena en



sus refrigeradoras domésticas, permitirá conocer los tiempos necesarios para que alcance la temperatura de congelación y disponga de una carne congelada de buena calidad?

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo general del presente estudio fue:

Determinar las curvas de congelación de las principales carnes utilizadas por el ama de casa peruana, para la alimentación en su hogar, que son almacenadas en sus refrigeradoras domésticas, de manera que podamos conocer los tiempos de congelado y con ello obtener un alimento de buena calidad.

El mismo que se subdividió en tres objetivos específicos:

- a) Determinar la curva de congelación de las carnes mas utilizadas, por el ama de casa peruana empleando un refrigerador doméstico.
- b) Determinar el tiempo en el que se congelan las carnes utilizando un refrigerador doméstico, similar al de los hogares del poblador peruano.
- c) Establecer si existe diferencia con el 1 y 5 % de significancia en los tiempos de congelado de una carne en filete o bloque y la misma en la forma de pulpa.

1.2. IMPORTANCIA

La importancia del estudio realizado se puede visualizar:

- a) Porque, permitió obtener y conocer las curvas de congelación de las carnes empleadas por el ama de casa peruana, en el “freezer” de un refrigerador doméstico similar al que disponen en sus hogares.
- b) Porque, permitió conocer los tiempos necesarios para congelar los tipos de carne que normalmente utiliza el ama de casa peruana en su alimentación diaria.
- c) Porque, el conocimiento de las curvas y tiempos de congelación de las carnes, en el “freezer” de un refrigerador doméstico beneficiaran a:

- a. Los consumidores de carne fresca congelada, que tendrán la garantía que la carne que congela y consume tiene la garantía de calidad nutricional e inocuidad.
- b. Los fabricantes de refrigeradoras domésticas, quienes tendrán el respaldo técnico para diseñar, fabricar y comercializar sus productos.
- c. Los profesionales dedicados al procesamiento de alimentos que podrán utilizar los tiempos de congelado para cada producto tipo diferente de carne.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Las razones que motivaron la realización del presente estudio, fueron:

- a) Porque, el tiempo de congelación en el “freezer” de un refrigerador doméstico de las carnes, es desconocido por el ama de casa peruana y la congelación se realiza de manera empírica sin tener la seguridad en la calidad del producto.
- b) Porque, existe desconocimiento de los usuarios de las condiciones reales del congelado de las carnes en el “freezer” de un refrigerador doméstico y existe contradicción en los tiempos necesarios para congelar una carne en función al tipo de carne o naturaleza de la misma.
- c) Porque, se consideran los mismos tiempos y condiciones de congelado para todas las carnes empleadas en la alimentación familiar.
- d) Porque los resultados que se obtuvieron del presente estudio permitirán reorientar las condiciones existentes, en los hogares, respecto al congelado de las carnes utilizadas en la alimentación familiar.



II.- MARCO TEÓRICO

2.1. LA CONGELACIÓN DE ALIMENTOS

La congelación de alimentos permite la conservación de un alimento, por un tiempo más o menos prolongado, que se fundamenta en el cambio de estado, del líquido al sólido, del agua contenido en el alimento, por ello la congelación dependerá de la cantidad de agua que contiene el alimento, entre otros factores. Este cambio de estado modifica la biodisponibilidad del agua ocasionando que los procesos enzimáticos, químicos y bioquímicos que normalmente ocasionan la alteración de un alimento, se detengan, minimicen o “teóricamente” se paralicen.

Durante la congelación, el agua líquida se transforma en hielo, disminuyendo su disponibilidad; por ende, se verifica una disminución del agua disponible en el alimento, sin pérdida de la misma. En éste proceso, a condiciones normales, la temperatura desciende hasta los 0°C y el agua disponible contenido en el alimento se convierte en hielo. Al llegar a los 0°C, la temperatura se mantiene constante hasta que toda el agua se convierte en hielo (cristalización completa), a partir de ese momento, la temperatura continua su descenso hasta estar en equilibrio con la temperatura del ambiente. El periodo en el que la temperatura se mantiene constante, corresponde al tiempo para extraer el calor latente de congelación, que en el agua es de 80 Kcal/g.

El proceso indicado sucede con el agua pura; sin embargo, en un alimento el agua se presenta de diferentes formas: como agua libre, agua adherida, agua de solución, y agua de composición. En otras palabras, en un alimento el agua está formando parte de las soluciones hidropoteícas, lipoproteícas, salinas, azucaradas, emulsiones, suspensiones coloidales, y dependiendo de la concentración de dichas soluciones y del tipo de soluto que tenga, la temperatura de congelación será más baja.



En el proceso de disminución de la temperatura en el interior del alimento, existe una zona en donde el rango de temperatura es de 0 a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ que se denomina **zona de máxima formación de cristales**. Esta zona es denominada crítica pues si el periodo temporal en este rango de temperatura es prolongado, entonces la cantidad de cristales que se forman en el interior del alimento es grande, lo cual perjudica a la calidad del alimento congelado.

Un alimento se considera que está congelado cuando la temperatura en su centro de masa es de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, debido a que a la temperatura indicada las velocidades de reacción química y enzimática tiende a cero: es decir, a la temperatura indicada, los procesos de deterioro son casi cero.

El químico francés, Francis-Marie Raoult estudió las propiedades de las disoluciones con diversos disolventes, como agua, benceno, ácido acético, cuyos resultados fueron publicados en 1882. Así la Ley de Raoult, denominada ley del descenso crioscópico se convirtió en el método más útil para la determinación de masas moleculares de sustancias orgánicas, la cual fue mejorada por Ernst Otto Beckmann. La Ley de Raoult fue utilizada por Jacobus Henricus Van't Hoff y por Wilhelm Ostwald, como apoyo a la hipótesis de la disociación electrolítica en las disoluciones.

2.2. LA CONGELACIÓN DE LAS CARNES

La US Meat Export Federation¹, indica que es para mantener a la carne fresca en buenas condiciones es necesario hacer un buen uso de las temperaturas de refrigeración o de congelación: así mismo, establece que los controles de temperatura son básicos y específicos, desde su recepción, hasta su procesamiento o preparación, así tenemos que para refrigerar carne cruda se debe mantenerla entre 4°C y -2.2°C , y para congelarla tiene que estar por debajo de -10°C . La carne para ser refrigerada debe bajarse a 4°C en menos de 4

¹ http://www.usmef.org.mx/USmeat2/Paginas/inicio.php?accion=procesos_congelacion.

horas.

Igualmente es muy importante el manejo de descongelar la carne, cuyo proceso se realiza de manera lento y gradual pasando de la cámara de congelación a la cámara de refrigeración: de esa manera, la carne, no pierde ninguna de sus cualidades nutricionales, de calidad, textura y jugosidad. El tiempo de descongelación de la carne en pieza básica es de 7 horas por kilo.

Durante la congelación de un alimento, entre ellos la carne, se presentan las siguientes características²:

- a) Existe formación de cristales de hielo,
- b) La actividad metabólica se paraliza,
- c) Los microorganismos no se desarrollan a temperaturas menores de -10°C ,
- d) La temperatura óptima para una buena congelación es de -40°C ,
- e) La temperatura óptima para mantener la congelación del alimento es -18°C ,
- f) La circulación del aire en el interior de la cámara es de 2 a 4 m/s, y
- g) La zona de máxima formación de cristales se encuentra entre 0°C y -5°C ,

Los alimentos almacenados constantemente a 0°F (-17.8°C) siempre estarán inocuos. Sólo la calidad del alimento sufre al almacenarlo por un tiempo prolongado. El congelar mantiene los alimentos inocuos al disminuir el movimiento de las moléculas, causando que los microorganismos entren en una fase durmiente. El congelar preserva los alimentos por períodos extensos ya que previene el crecimiento de microorganismos que causan el deterioro de los alimentos y las enfermedades transmitidas por los alimentos³.

La triquina y otros parásitos pueden ser destruidos a temperaturas de congelación bajo cero. Sin embargo, se deben cumplir con unas condiciones supervisadas bien

² Instituto Internacional del frío, 1978.

³ USDA, Food Safety and Inspection Service. National Advisory Committee on Meat & Poultry Inspection. Docket No FSIS 2012-0030, August 7, 2012.

estrictas. No se recomienda confiar en el congelar en el hogar para destruir la triquina. Sin embargo, el cocinar completamente destruirá todos los parásitos⁴.

El proceso de congelamiento no destruye los nutrientes. En productos de carnes y aves, ocurre un pequeño cambio en el valor nutritivo durante su almacenamiento en el congelador. La actividad enzimática no daña las carnes congeladas ni los pescados ni mariscos y es neutralizada por los ácidos en las frutas congeladas.

Las propiedades termofísicas de la carne dependen de diferentes variables propias de su composición y estructura; además, algunas de ellas son altamente dependientes de la temperatura, especialmente en la zona donde se produce el cambio de fase del agua la congelación. A medida que la temperatura desciende por debajo del punto inicial de congelación, la parte de agua en estado líquido que es parte del material se reduce, convirtiéndose en cristales de hielo, este cambio hace que se modifiquen las propiedades de los alimentos congelados⁵.

La carne congelada es aquella que, además de las manipulaciones, ha sido sometida a la acción del frío industrial hasta que la temperatura en el centro de la masa muscular sea de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ como mínimo, dependiendo de la especie, el tipo de congelación, y el tiempo de conservación previsto.⁶

Científicos del Centro de investigación agraria Finca La Orden-Valquesera, indican que la congelación de la carne de cordero es una alternativa estable y homogénea para el abastecimiento durante todo el año, ya que este proceso no afecta a su calidad ni hace que se desprecie ante el consumidor.⁷

⁴ Idem 3.

⁵ Chevalier, D., A.L. Bail y M. Ghoul, Freezing and ice crystal formed in a cylindrical food model: Part I, Freezing at atmospheric pressure, y Part II. Comparison between freezing at atmospheric pressure and pressure-shift freezing. J. of Food Engineering, 2000.

⁶ Madrid Vicente, A., Gómez-Pastrana, J.M., Santiago, F, et al. Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos. Editorial A. Madrid Vicente, Ediciones Mundi Prensa, España, 2003.

⁷ Idem 6.

La congelación de -22 °C a -30 °C hace que el 99,9% del agua contenida en las carnes se congelen. La actividad microbiana y enzimática prácticamente cesa a estas temperaturas⁸.

La congelación es popular, pues permite que la carne mantenga su calidad cercana a la fresca durante mucho tiempo y permite su transporte de larga distancia. Sin embargo, dependiendo de la época y de las combinaciones de temperatura durante el almacenamiento congelado, pueden ocurrir cambios indeseables en la calidad de la carne, entre los que podemos indicar a la oxidación de los lípidos, que genera sabor a rancio y olor indeseable⁹.

Cuando un alimento se congela comercialmente, no toda el agua se convierte en hielo, sino que quedan secciones líquidas ricas en solutos¹⁰.

En la mayor parte de los alimentos con fase líquida comienza a formarse hielo por debajo de -1 °C y es frecuente además que se produzcan fenómenos de subenfriamiento, la temperatura desciende por debajo del punto de congelación sin que se formen los cristales de hielo correspondientes¹¹.

2.3. LAS ETAPAS O FASES DE LA CONGELACIÓN

Los procesos de congelación se realizan en las siguientes fases o etapas:

- a) La nucleación, y
- b) La cristalización

a.- LA NUCLEACIÓN

En condiciones normales del ambiente, el agua pura cuando es sometida a un

⁸ Brian Covington, Texas A&M University, Technical Topics, 2008.

⁹ Meinert, Lene, Instituto Danés de Investigación, 2011.

¹⁰ Salvador Badui Dergal, Química de los alimentos. México, D.F (1990). Ed. Alhambra Mexicana.

¹¹ Nuria Martínez, Ana M. Andrés G., Amparo Chiralt Boix & Pedro Fito M., Termodinámica y cinética de sistemas Alimentos Entorno. Valencia España. Ed. Universidad Politécnica de Valencia.

descenso de temperatura y alcanza los 0 °C sufre un cambio de estado de líquido a sólido, como el agua en los alimentos no es pura sino que está formada por una solución de sales, azúcares, lípidos y proteínas solubles, además de un complejo de moléculas proteicas que están en suspensión coloidal, su punto de congelación es más bajo. Este descenso es proporcional al nivel de concentración de los elementos disueltos. Paralelamente, con el cambio al estado sólido del agua, la disponibilidad de agua líquida disminuye gradualmente originando un incremento en la concentración de los sólidos disueltos en el agua restante ocasionando un incremento en el descenso de su punto de congelación.

b.- LA CRISTALIZACIÓN

El paso de agua a hielo comporta un aumento de volumen cercano al 9%. Debido a este fenómeno los alimentos más ricos en agua se expanden más que aquellos cuyo contenido es menor. Esto puede dar lugar a fracturas o agrietamientos. Es importante tenerlo en cuenta a la hora de fabricar el envase si este puede ir muy ajustado.

2.4. LA VELOCIDAD DE CONGELACIÓN

La calidad de un producto congelado depende de la velocidad a la que éste es congelado. Dicha velocidad se define como la distancia mínima entre la superficie y el punto crítico partida por el tiempo en el que el punto crítico ha pasado desde 0 °C a -15 °C.

El congelado de un alimento puede ser realizado, de acuerdo a la velocidad de pérdida de calor en¹²:

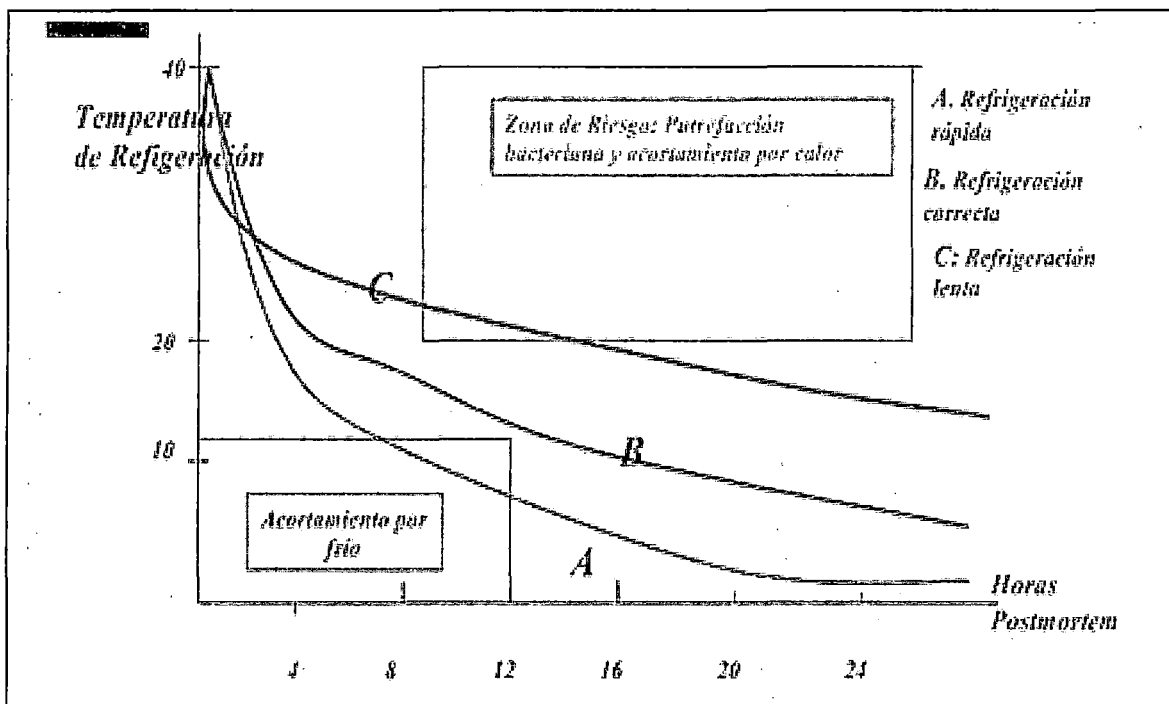
- a) Congelado muy lento, cuando la velocidad es $< 0,20$ cm/h,
- b) Congelado lento, si la velocidad es de $0,20$ a $1,0$ cm/h,
- c) Congelado rápido, si la velocidad es de $1,0$ a $5,0$ cm/h, y
- d) Congelación ultrarápida, si la velocidad es $>$ a $5,0$ cm/h.

¹² Instituto Internacional del frío, 1978.

En la congelación rápida y con bajas temperaturas se producen cristales diminutos en las células musculares, en los espacios extracelulares y en el interior de las células; y en la congelación a velocidad lenta, se forman cristales de gran tamaño que se sitúan en el interior de las células y en los espacios intercelulares. Las moléculas de agua atraen a otras moléculas de agua celular y los cristales incrementan su tamaño haciendo que la estructura de la fibra muscular se distienda al punto que puede destruirse lo cual ocasiona pérdida de agua en el tejido. Los procesos de congelación, en la carne, se inician entre -0.8 y -1°C ocasionando un incremento en el volumen del producto de un 8,0 %.

En la figura N° 2.1 se observa la diferencia en la pendiente del descenso de la temperatura entre la refrigeración lenta, rápida y la recomendable o correcta.

Figura N° 2.1: Curvas de disminución de la temperatura



Fuente: Lawrie, Ciencia de la carne. Alteración microbiana de las carnes 1977.



2.5. LAS CURVAS DE CONGELACIÓN

La curva de congelación representa gráficamente el curso típico del proceso de congelación de alimentos. El diagrama varía según la influencia de los siguientes factores: método de congelación, tamaño, forma, composición química y propiedades físicas del producto, y tipo de envasado (o ausencia de éste). De la curva de congelación del agua pura pueden determinarse tres etapas o fases.

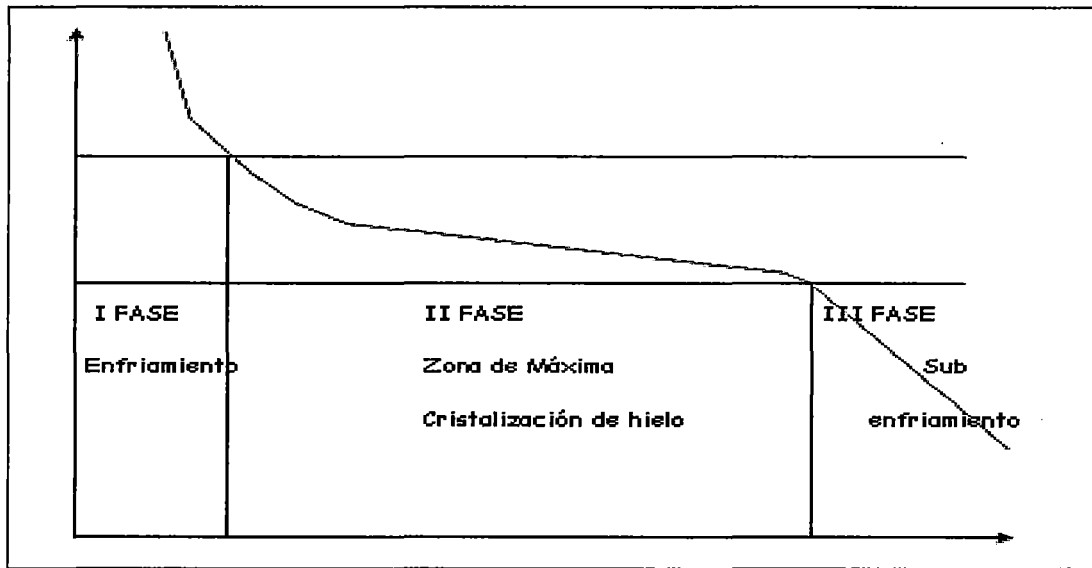
1º fase: en éste se produce la refrigeración del producto a congelar la temperatura descende en forma rápida hasta la temperatura crioscópica o temperatura de congelación, no existe cambio de estado. Se conoce esta fase con el nombre de zona de enfriamiento.

2º fase: es el período de cambio de fase. Una vez que se alcanza el punto de congelación no se observa variación de temperatura retirándose gradualmente el calor latente de solidificación, es decir, se produce gradualmente un cambio de estado. La curva adquiere una condición isotérmica. Se le conoce como zona de máxima cristalización del hielo.

3º fase: se denomina período de sub enfriamiento o templado, una vez alcanzada la conversión total de agua en hielo nuevamente se inicia un gradual y permanente descenso de la temperatura. En alimentos, este comportamiento es tan claro, ya que la conversión de parte del agua en hielo implica un incremento en la concentración de diversas sales en el agua líquida remanente, consecuentemente se produce un descenso en el punto de congelación. En la figura N° 2.2 y anexo N° 01 se observa lo indicado.



Figura N° 2.2: La curva de congelación



Fuente: Lawrie. Ciencia de la carne. Alteración microbiana de la carne. 1977

2.6. ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE CONGELACIÓN

La zona de -1° a -5°C es una zona de temperatura en la cual el calor latente de la carne de pescado se libera. Normalmente es la zona de máxima formación de cristales de hielo. Esta zona también se le conoce como zona de "parada térmica" porque la temperatura correspondiente se aproxima a una pendiente casi horizontal de la curva.

Un tejido biológico en un proceso de congelación se comporta como una solución diluida. Comparada con la curva de congelación de agua pura, la de una solución diluida presenta dos diferencias esenciales:

- a.- La temperatura de fusión (TF) o punto de congelación (PC) es inferior a la del agua.
- b.- La diferencia entre el punto de congelación de la solución y el del agua es tanto menor cuanto más concentrada es la solución. Por ejemplo el punto de congelación de pescado, marisco, crustáceo, cefalópodo, se encuentra entre -1° y -5°C , aunque depende de la especie.

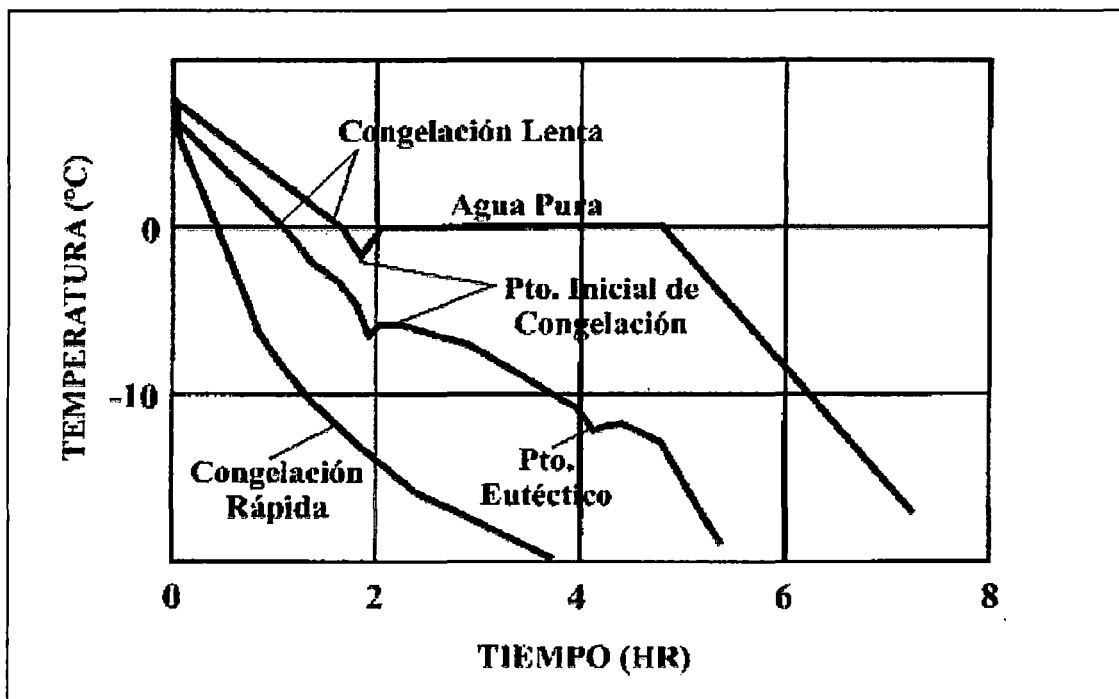


A medida que se forma el hielo, el soluto se concentra en la fase líquida. Así pues, el punto de congelación de la solución desciende al mismo tiempo que aumenta la concentración, razón por la cual se habla de temperatura de inicio de congelación con el fin de precisar que se trata del PC de la solución antes de que esta sea modificada por la crio concentración.

Por otra parte, el aspecto de la meseta del cambio de estado se ve perturbado por el descenso progresivo del PC. A medida que este disminuye, de modo que ya no puede hablarse de esta meseta. En realidad se observa una "pseuda meseta" más o menos visible, que no es más que una simple zona de reducción del descenso de la temperatura.

En una curva de congelación, es importante observar el **tiempo crítico de congelación**, que es el tiempo necesario para atravesar con la máxima rapidez la zona de parada térmica (-1° a -5°C). En la figura N° 2.3 y anexo N° 02, se observa las curvas de congelación lenta, rápida, el punto donde se inicia la congelación y el punto eutéctico.

Figura N° 2.3: Las curvas de congelación lenta y rápida.



Fuente: Orrego Alzate, C. Congelación y liofilización de alimentos. 2008.



III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Los equipos que se utilizó en las pruebas experimentales son los existentes en la planta piloto de procesamiento de alimentos del Centro Experimental Tecnológico (CET), de la Universidad Nacional del Callao, y fueron:

- a) Refrigerador doméstico marca Samsung tal como se muestra en el apéndice N° 1.
- b) Sensores de calor DATATRACE de Mesa Laboratorios, Inc. U.S.A. de conexión inalámbrica con dos (02) sensores rígidos de 2" y dos (02) de 1", interfase a PC y DTW Software DTWIN V4.02, tal como se muestra en el apéndice N° 2.
- c) Mesa y accesorios de acero inoxidable.
- d) Platos y bandejas de plástico.
- e) Bolsas plásticas de polietileno (PE) de baja densidad.

3.2.- MATERIA PRIMA

La materia prima utilizada fueron los diferentes tipos de carne que normalmente una ama de casa emplea en la elaboración de sus alimentos diarios, en las siguientes presentaciones:

- a) Carne de res: "osobuco" sin hueso.
- b) Carne molida de res.
- c) Lomo de cerdo.
- d) Costilla de cerdo.
- e) Pierna de pollo.
- f) Entrepierna de pollo.
- g) Pechuga de pollo, y
- h) Alitas de pollo.

El peso promedio de las muestras de carne fue de 243,90 g para la carne molida de res, 235,30 g para el "osobuco", 250,00 g para el lomo y las costillas de cerdo, costillas de cerdo.



Para la carne de pollo, el peso promedio fue de 146,00 g para las piernas, de 222,62 g para las entreciarnas, de 250,25 g para la pechuga y de 117,40 g para las alitas de pollo.

3.3.- METODOLOGÍA

3.3.1.- PARA LA PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Las muestras de las diferentes carnes y cortes utilizadas se adquirieron en el mercado del Callao. Todas las muestras fueron lavadas en agua potable y acondicionadas en las bolsas de polietileno de baja densidad, que normalmente las amas de casa utilizan en su labor diaria.

3.3.2.- PARA EL PROCESO DE MEDICIÓN DE TIEMPOS Y TEMPERATURA

El proceso para conocer el tiempo necesario para que los diferentes tipos y presentaciones de carne utilizadas alcancen la temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, en el centro de ella, fue el siguiente:

- a) Los sensores de temperatura DATATRACE fueron programados, uno a uno, antes de realizar las mediciones y previo a su inserción dentro de la carne. Cada sensor fue programada dándoles un código. Todo este proceso se realiza utilizando el software instalado en la computadora personal y a través de la interfase del mencionado equipo.
- b) Luego que cada sensor fue adecuadamente programado, se procedió a insertar la punta o terminal de cada uno de ellos en el interior de la carne, la misma que empacó en las bolsas de polietileno y se acondicionaron en los platos o bandejas de plástico, tal como se observa en el apéndice N° 3.
- c) Los platos y bandejas con las muestras fueron introducidas en el freezer del refrigerador tal como se observa en el apéndice N° 4. Para las mediciones de las temperaturas y tiempos de proceso, los platos o bandejas, con las muestras se acondicionaron



aleatoriamente y sin orden alguno, tratando de simular el comportamiento del “ama de casa” durante su labor diaria.

- d) Las temperaturas de congelación que se buscaba encontrar en el interior de las muestras de carne fue de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Como no se tenía conocimiento si en el freezer se lograba alcanzar dichas temperaturas, se realizaron extracciones de algunas muestras antes del tiempo programado para realizar las lecturas.
- e) Concluido el proceso de congelación, las muestras fueron sacadas del refrigerador y se procedió a extraer los sensores insertados en la carne. Los sensores fueron sometidos a limpieza con una franela con alcohol para eliminar los restos de material orgánico (grasa, agua, sangre) que pudiesen estar adheridos en cada uno de los sensores y así evitar cualquier interferencia que impidiese realizar las lecturas.
- f) El sensor limpio y seco se colocó en la interfase de lectura, previamente instalada y conectada a la computadora personal y se realizó la lectura, transferencia de la data (del sensor a la PC) y su posterior encriptación. La información obtenida la procesó el software y generó las gráficas y el reporte de la variación de la temperatura, en el interior de la carne, cada 20 segundos, tal se observan en los apéndices N° 5 y 6.
- g) Se analizó la data obtenida mediante el análisis de varianza con el 1 y 5% de significancia, mediante un análisis de varianza ANOVA.



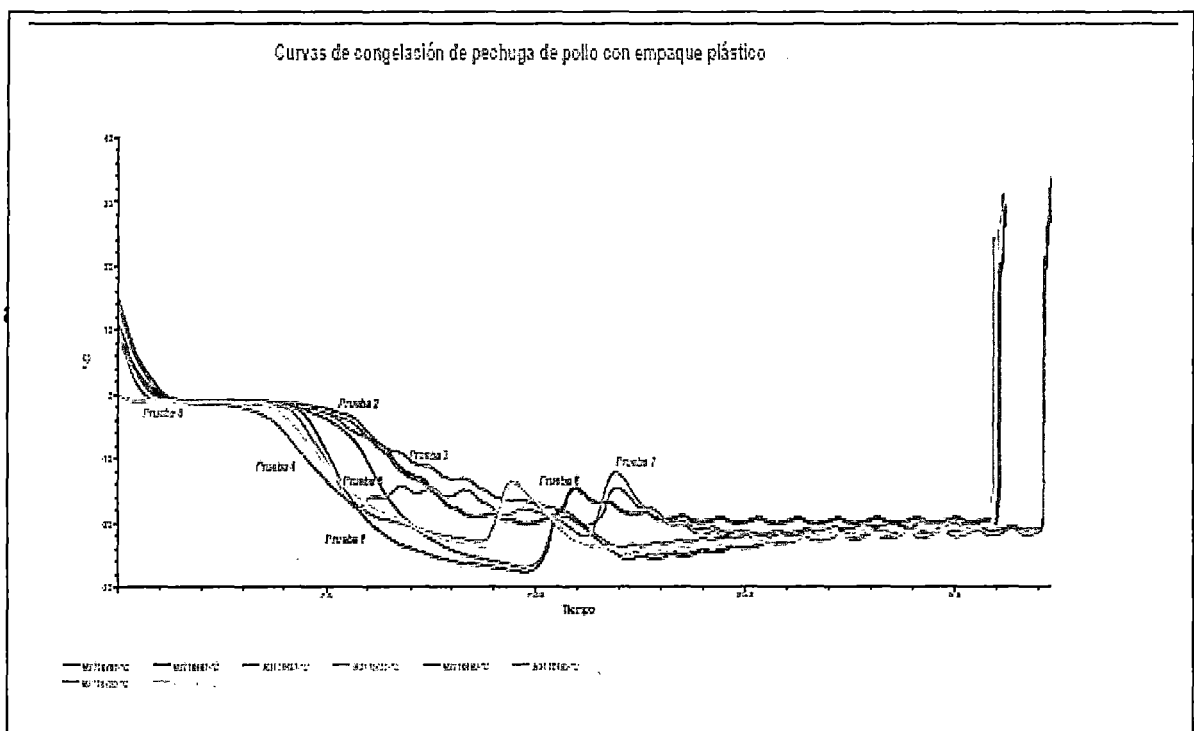
IV.- RESULTADOS

4.1.- DE LAS CURVAS DE CONGELACIÓN

4.1.1.- PARA LA PECHUGA DE POLLO

En la gráfica N° 4.1 se muestran las curvas de congelación de la pechuga de pollo envasadas de bolsas de polietileno de baja densidad de ocho pruebas realizadas, en donde se puede observar que la temperatura mínima y máxima promedio en el interior de la pechuga fue de $-19,90\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-27,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente. El peso promedio de las unidades de pechuga de pollo fue de 250,25 gramos.

Gráfica N°4.1: Curvas de congelación de la pechuga de pollo



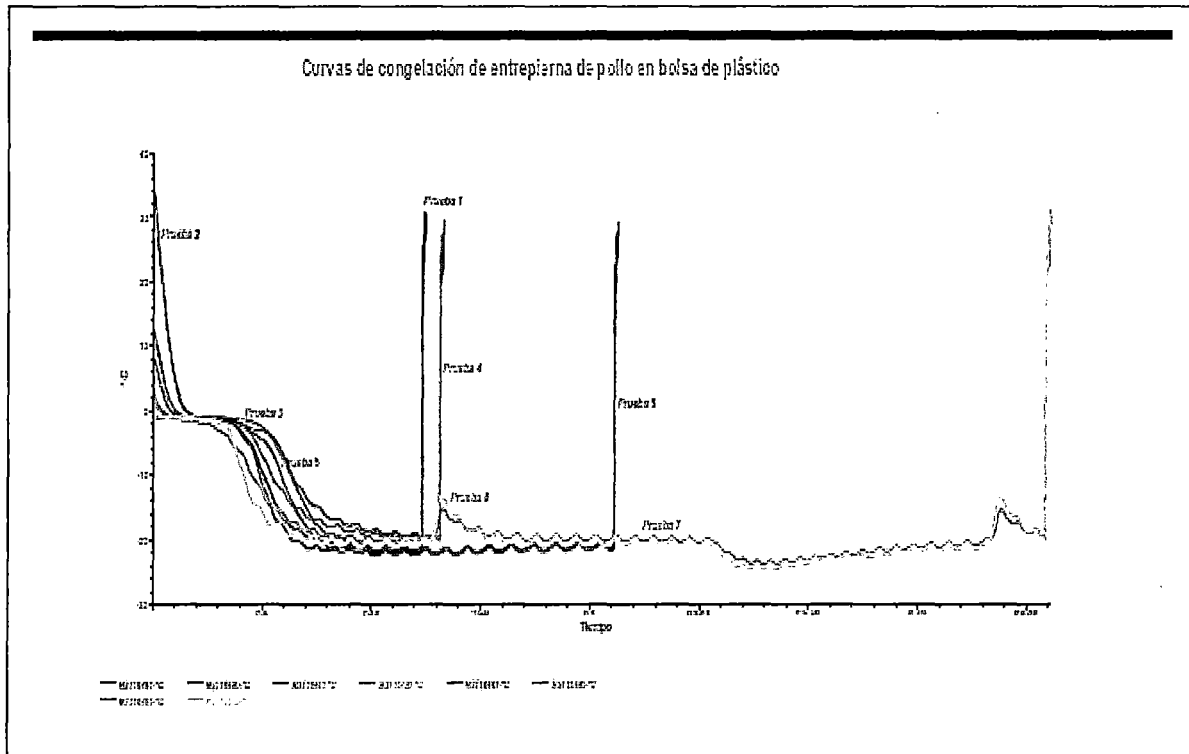
4.1.2.- PARA LA ENTREPIERNA DE POLLO

En la gráfica N° 4.2 se muestran las curvas de congelación de la entrepierna de pollo envasadas en bolsas de polietileno de baja densidad de ocho pruebas



realizadas, en donde se puede observar que la temperatura mínima y máxima promedio en el interior de la entrecierna fue de $-19,70\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-24,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente. El peso promedio de las unidades de la entrecierna de pollo fue de 222,62 gramos.

Gráfica N°4.2: Curvas de congelación de la entrecierna de pollo

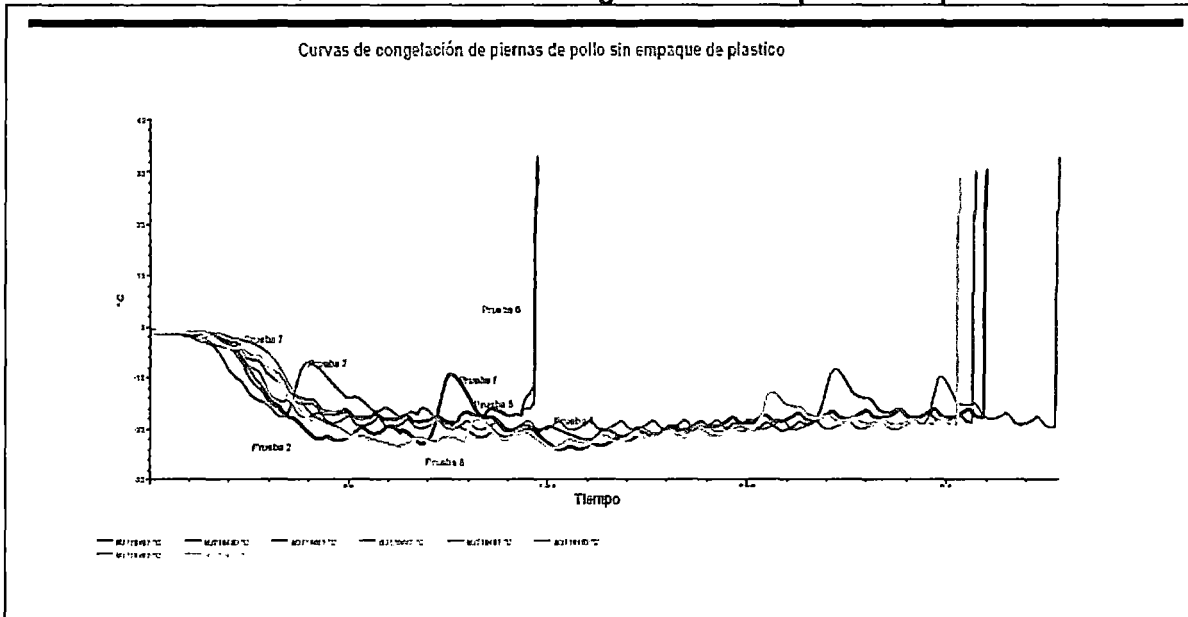


4.1.3.- PARA LAS PIERNAS DE POLLO

En la gráfica N° 4.3 se muestran las curvas de congelación de las piernas de pollo de ocho pruebas realizadas, en donde se puede observar que la temperatura mínima y máxima promedio en el interior de la pierna fue de $-18,60\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-24,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente. El peso promedio de las unidades de pierna de pollo fue de 146,00 gramos.



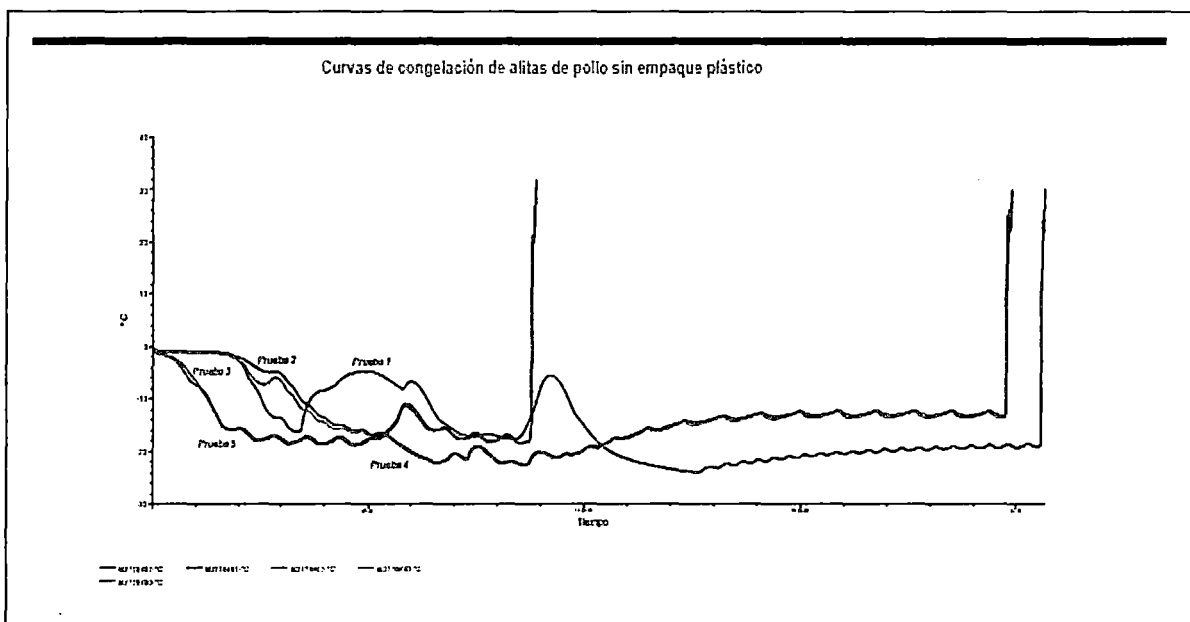
Gráfica N°4.3: Curvas de congelación de las piernas de pollo



4.1.4.- PARA LAS ALITAS DE POLLO

En la gráfica N° 4.4 se muestran las curvas de congelación de las alitas de pollo de cinco pruebas realizadas, en donde se puede observar que la temperatura mínima y máxima promedio en el interior de la alita fue de $-18,50\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-23,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente. El peso promedio de las alitas de pollo fue de 117,40 gramos.

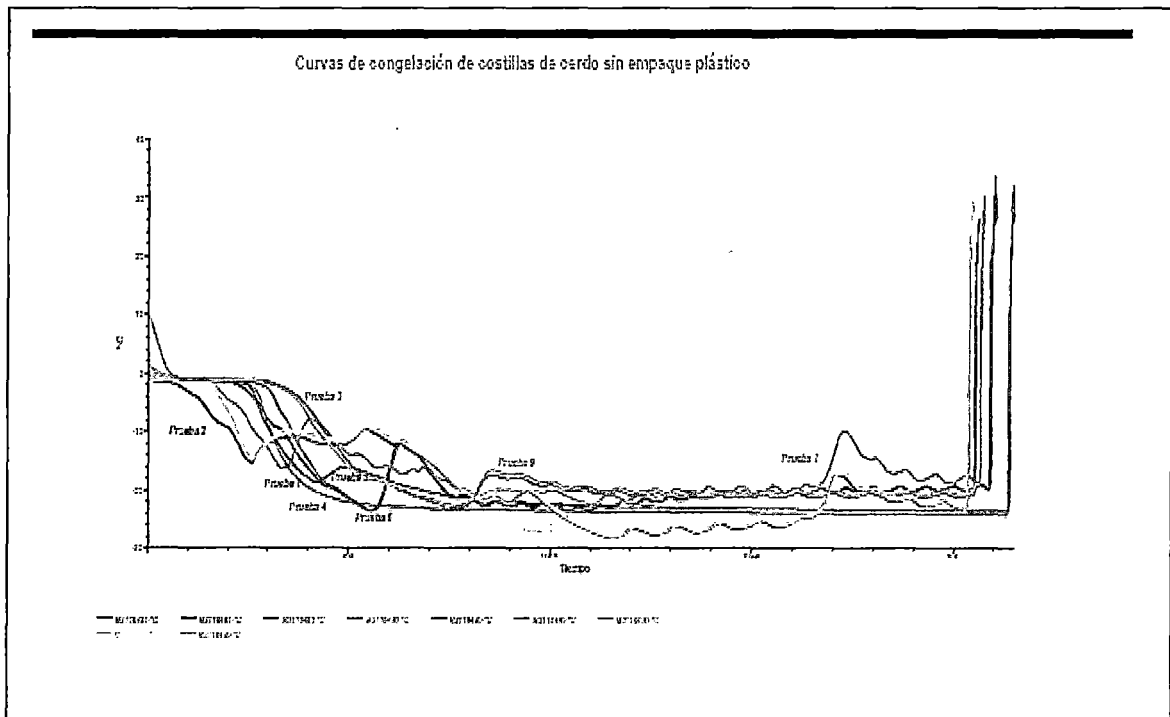
Gráfica N°4.4: Curvas de congelación de las alitas de pollo



4.1.5.- PARA LA CARNE DE COSTILLAS DE CERDO

En la gráfica N° 4.5 se muestran las curvas de congelación de la carne de costillas de cerdo de ocho pruebas realizadas, en donde se puede observar que la temperatura mínima y máxima promedio en el interior del pedazo de la costilla de cerdo fue de $-22,50\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-28,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente. El peso promedio de las costillas de cerdo fue de 250,00 gramos.

Gráfica N°4.5: Curvas de congelación de la carne de costillas de cerdo

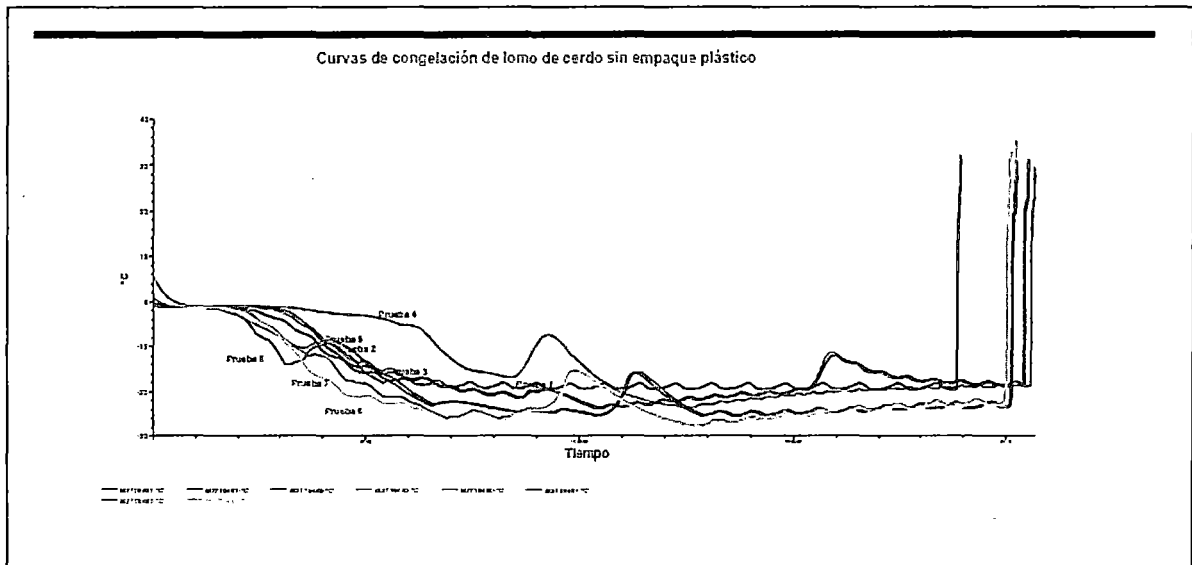


4.1.6.- PARA LA CARNE DE LOMO DE CERDO

En la gráfica N° 4.6 se muestran las curvas de congelación de la carne de lomo de cerdo de ocho pruebas realizadas, en donde se puede observar que la temperatura mínima y máxima promedio en el interior del pedazo de lomo de cerdo fue de $-19,60\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-27,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente. El peso promedio de las piezas de lomo de cerdo fue de 250,00 gramos.



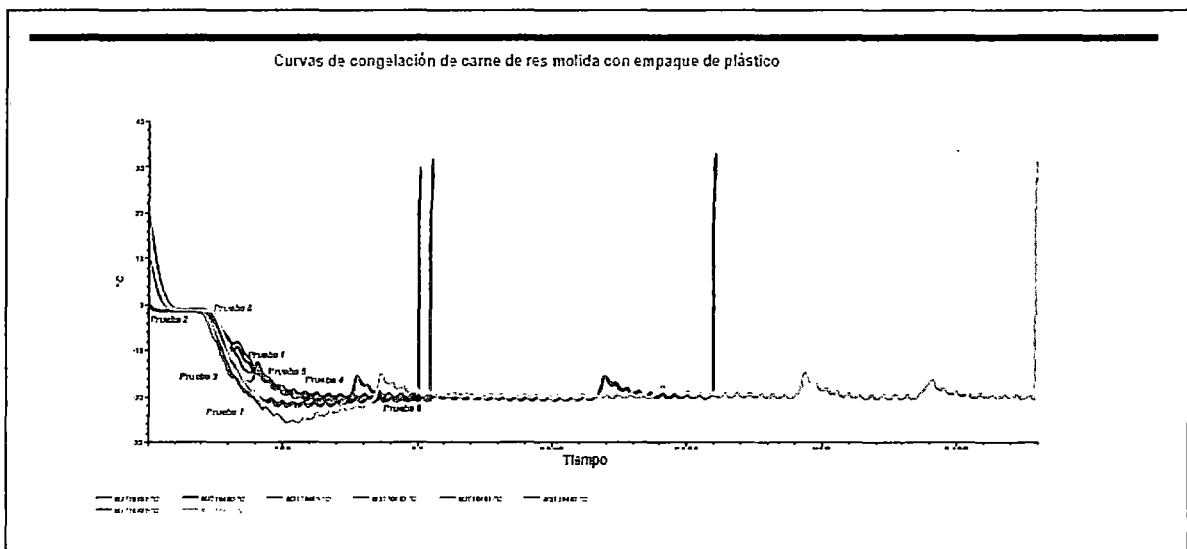
Gráfica N°4.6: Curvas de congelación de lomo de cerdo



4.1.7.- PARA CARNE MOLIDA DE RES (VACA)

En la gráfica N° 4.7 se muestran las curvas de congelación de carne de res (vaca) molida envasadas en bolsas de polietileno de baja densidad de ocho pruebas realizadas, en donde se puede observar que la temperatura mínima y máxima promedio en el interior del pedazo de carne fue de $-20,50\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-25,60\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente. El peso promedio de las piezas de carne de vaca molida fue de 243,90 gramos.

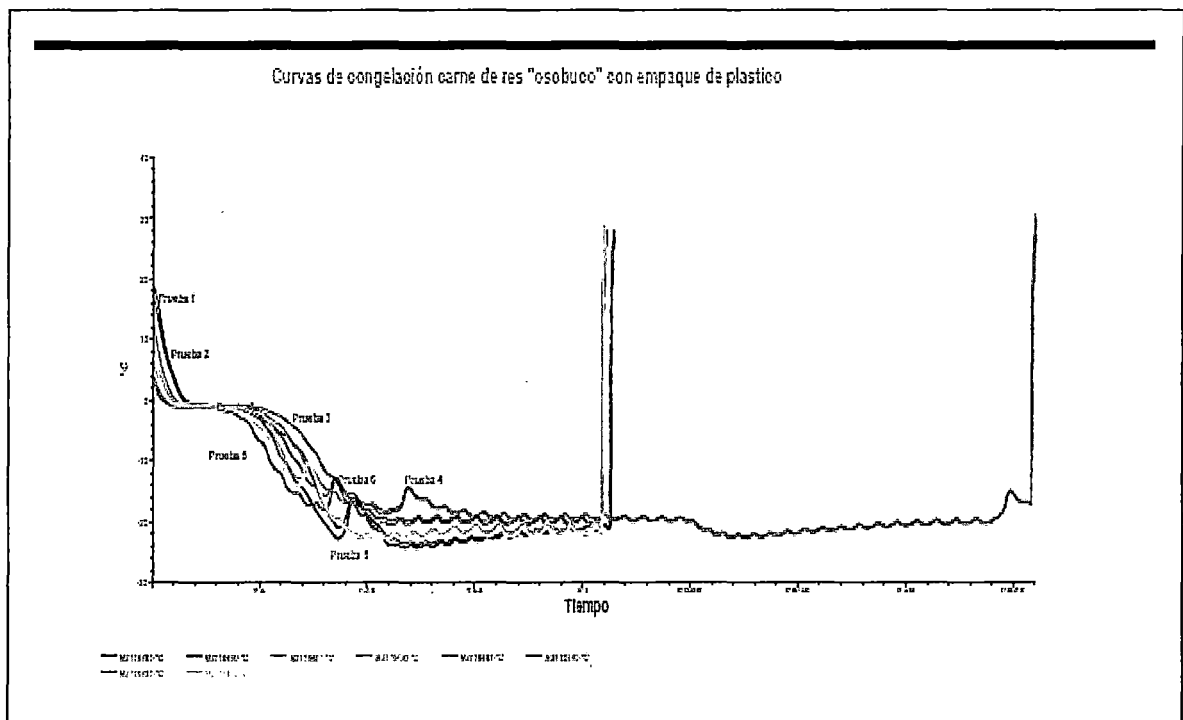
Gráfica N°4.7: Curvas de congelación de carne molida de res (vaca)



4.1.8.- PARA CARNE DE RES (VACA) ENTERA "OSOBUCO" SIN HUESO

En la gráfica N° 4.8 se muestran las curvas de congelación de carne de res (vaca) "osobuco", sin hueso envasadas en bolsas de polietileno de baja densidad de ocho pruebas realizadas, en donde se puede observar que la temperatura mínima y máxima promedio en el interior de la carne fue de $-20,10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-24,20\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente. El peso promedio de las piezas de carne "osobuco" fue de 235,30 gramos.

Gráfica N°4.8: Curvas de congelación de carne de vaca (res) entera "osobuco" sin hueso



V.- DISCUSIÓN

5.1. En la gráfica N° 4.1 y apéndice N°5.a se observa que los perfiles de las curvas de congelación en la pechuga de pollo presentan una pendiente con un perfil similar durante las primeras 10:03:00 horas de tratamiento, período en el cuál la temperatura mínima fue de $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la máxima de $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$, con un promedio de $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$.

En la data de tiempo y temperatura de tratamiento, que se presenta en el apéndice N° 6.a, se observa que la temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, que de acuerdo a lo reportado por la US Meat Export Federation es una buena temperatura para mantener la congelación del alimento, en el interior de las pechugas de pollo se alcanzó después de 06 horas 24 minutos y 40 segundos como mínimo y en 11 horas 16 minutos como máximo.

5.2. En la gráfica N° 4.2 y apéndice N°5.b se observa que los perfiles de las curvas de congelación en las piezas de entrepierna de pollo presentan una pendiente con un perfil similar durante todo el proceso de congelación al que fueron sometidos las muestras. Es importante indicar que la pendiente de la indicada curva es similar a la reportada por Lawrie, y Orrego, para la congelación lenta.

Se observó que cuando la entrepierna de pollo estuvo refrigerada a temperatura de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, la fase de sub enfriamiento tuvo una duración de 33 minutos y el tiempo de la segunda fase de congelación o de máxima cristalización del hielo contenido en la carne a una temperatura de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ tuvo una duración de 03:21 horas; cuando la entrepierna de pollo antes de la congelación tuvo una temperatura de $8\text{ }^{\circ}\text{C}$, la segunda fase se presentó después de 01:10 horas de tratamiento, hasta alcanzar una temperatura en el interior de la carne de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, tuvo una duración de 04:28 horas; finalmente cuando al temperatura inicial de la entrepierna fue de $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ la segunda fase se inició después de 02:40 horas de tratamiento y tuvo un tiempo de duración de 02:20 horas. Las temperaturas de -1 ° o menores permiten que el agua líquida se transforma en hielo y a ello sigue frecuentemente un proceso de sub enfriamiento, tal como lo reporta Martínez et al.

Para los tres casos indicados, se observó que en la tercera fase o fase de sub enfriamiento, las entrepiernas de pollo alcanzaron una temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ después de 11:20 horas de tratamiento.

En la data de tiempo y temperatura de tratamiento, que se presenta en el apéndice N° 6.b, se observó que la temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el interior de las entrepiernas de pollo se



alcanzó después de 07 horas 17 minutos como mínimo y en 10 horas 33 minutos y 40 segundos como máximo.

Las muestras de las pruebas 1, 4 y 6 se retiraron de los tratamientos de congelación después de 1:30, 2:30 y 11:10 horas de encontrarse en la fase III para evaluar la tendencia de la curva, no observándose ninguna anomalía.

5.3. En la gráfica N° 4.3 y apéndice N°5.c se observa que los perfiles de las curvas de congelación en las piernas de pollo presentan una pendiente con un perfil similar durante toda la primera y segunda fase de congelación a una temperatura de -1°C . De igual manera durante la pendiente de la tercera fase, hasta que se alcanzó -18°C después de 07:56:20 horas. En las muestras de las pruebas 1 y 3 se observan un incremento de la temperatura debido posiblemente a que la refrigeradora fue manipulada y la puerta del refrigerador fue aperturada durante el proceso de medición.

En la data de tiempo y temperatura de tratamiento, que se presenta en el apéndice N° 6.c se observa que la temperatura de -18°C en el interior de las piernas de pollo se alcanzó después de 04 horas 00 minutos y 20 segundos como mínimo y en 07 horas 56 minutos 20 segundos como máximo.

5.4. En la gráfica N° 4.4 y apéndice N°5.d se observa que los perfiles de las curvas de congelación en las alitas de pollo presentan una pendiente con un perfil similar en dos pares de muestras – las pruebas 2 con la 4 y las pruebas 3 y 5- durante la tercera fase de congelación (fase III). La prueba 1 presentó un comportamiento anómalo pues luego que tuvo un decrecimiento en la gradiente de temperatura, se verificó un incremento en la temperatura de aproximadamente 10°C , este proceso se repitió posteriormente hasta normalizarse a partir de las 11 horas en que la temperatura decreció hasta $-23,9^{\circ}\text{C}$.

En la data de tiempo y temperatura de tratamiento, que se presenta en el apéndice N° 6.d, se observa que la temperatura en el interior de las alitas de pollo alcanzó los -18°C , de acuerdo a lo recomendado por la US Meat Export Federation, después de transcurridas 03 horas 21 minutos y 20 segundos como mínimo.

5.5. En la gráfica N° 4.5 y apéndice N°5.e se observa que los perfiles de ocho de las nueve curvas de congelación en la carne de costilla de cerdo presentan una pendiente con un perfil similar, teniendo como un tiempo de duración de la segunda fase de

congelación de 02 horas con 30 minutos; y que después de 08 horas con 17 minutos todas las muestras de carne de costilla de cerdo alcanzaron los -18°C .

En la data de tiempo y temperatura de tratamiento, que se presenta en el apéndice N° 6.e se observa que la temperatura de -18°C en el interior de las costillas de cerdo se alcanza después de 04 horas 15 minutos y 20 segundos como mínimo y en 08 horas 21 minutos como máximo.

5.6. En la gráfica N° 4.6 y apéndice N°5.f se observan los perfiles de las curvas de congelación en las ocho muestras de carne de lomo de cerdo que presentan una pendiente con un perfil similar durante las dos primeras fases de congelado. La misma tendencia se verificó en la fase de sub enfriamiento en siete de las ocho muestras, en la restante se observó una pendiente menos pronunciada con la subsecuente disminución en la gradiente de temperatura. En las siete primeras muestras de lomo de cerdo se alcanzó los -18°C después de 07 horas con 15 minutos de tratamiento.

En la data de tiempo y temperatura de tratamiento, que se presenta en el apéndice N° 6.f se observa que la temperatura de -18°C en el interior de las piezas de carne de lomo de cerdo se alcanzó después de 04 horas 41 minutos y 40 segundos como mínimo y en 11 horas 44 minutos y 40 segundos como máximo.

5.7. En la gráfica N° 4.7 y apéndice N°5.g se observan los perfiles de las curvas de congelación de las ocho muestras de carne molida de vaca (res) que presentan una pendiente con un perfil similar durante las tres fases de congelación a la que fueron sometidos las muestras. Es importante indicar que la pendiente de las indicadas curvas es similar a las reportadas por Lawrie y Orrego para la congelación lenta.

Se observó que inicialmente cuando la pieza de carne molida de vaca estuvo refrigerada a temperatura de 0°C , la fase de máxima cristalización del hielo se alcanzo después de 21 minutos y 40 segundos y tuvo una duración de 02:40 horas; cuando la carne molida de vaca antes de la congelación tuvo una temperatura de 10°C , la segunda fase se alcanzó después de 00:45:10 horas de tratamiento y tuvo una duración de 01:15:20 horas; finalmente cuando al temperatura inicial de la carne fue de 20°C la indicada fase se alcanzó después de 01:07:00 horas de tratamiento y tuvo una de duración de tratamiento de 01:07:00 horas.

Para los tres casos indicados, se observó que en la tercera fase o fase de sub enfriamiento, las "bolas" de carne molida de vaca (res) alcanzaron una temperatura de -18

°C después de 07:41:00 horas de tratamiento como mínimo y en 11:11:20 horas como máximo.

5.8. En la gráfica N° 4.8 y apéndice N°5.h se observa que los perfiles de las curvas de congelación en la carne de vaca entera "osobuco" presentan una pendiente con un perfil similar durante las tres fases de congelación a la que fueron sometidos las muestras, las mismas que son similares a las reportadas por Lawrie y Orrego para la congelación lenta. Se observó que inicialmente cuando la pieza de carne de vaca "osobuco" estuvo refrigerada a temperatura de 3,3°C, la fase de máxima cristalización del hielo se alcanzó después de 40 minutos con 40 segundos horas y tuvo una duración de 02:48:20 horas; cuando la carne entera de vaca "osobuco" antes de la congelación tuvo una temperatura de 09,5°C, la segunda fase se alcanzó después de 01:07:10 horas de tratamiento y tuvo una duración de 03:40:00 horas; finalmente cuando al temperatura inicial de la carne fue de 19,1°C la indicada fase se alcanzó después de 01:40:10 horas de tratamiento y tuvo una duración de tratamiento de 03:21:40 horas.

Para los tres casos indicados, se observó que en la tercera fase o fase de sub enfriamiento, las piezas de carne entera de vaca (res) "osobuco" alcanzaron una temperatura de -18 °C después de 08:25:20 horas de tratamiento como mínimo y en 11:45:20 horas como máximo.

5.9 Los tiempos en que las piezas de carne de vaca (res) molida y entera, con un peso promedio de 240 gramos, alcanzan la temperatura de -18°C son no diferentes con un nivel de significancia de 0,01 y 0,05. Por lo tanto, la congelación de la carne de vaca en los dos tipos de presentación puede realizarse en las mismas condiciones y se obtendrían los mismos resultados.

5.10 En las muestras de carne de pechuga, piernas, entrepiernas y alitas de pollo; así como en las costillas y lomo de cerdo, y la carne molida y carne entera de vaca (res), se observó que en promedio se alcanzó una temperatura de - 22°C después de 11 horas de tratamiento en el freezer del refrigerador, con lo que lograría que el 99,9% del agua contenida la carne se congele paralizándose la actividad microbiana y enzimática, de acuerdo a lo reportado por Brian Covington de A&M Texas University.

VI.- REFERENCIALES

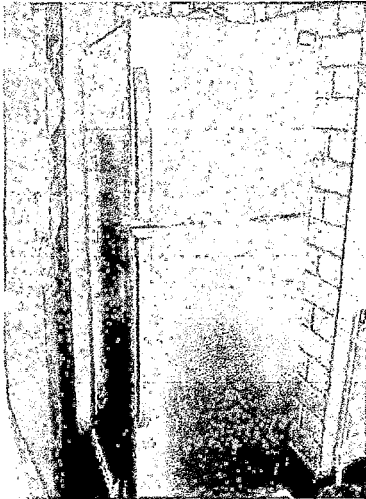
1. BADUI, SALVADOR. Química de los alimentos. México D.F: Editorial Alhambra Mexicana, 1990.
2. Chevalier, D., A.L. Bail y M. Ghoui. Freezing and atmospheric pressure. Part. I: Freezing and ice crystal formed in a cylindrical food model. Journal of Food Engineering, 2000, vol.46, pp.277-285.
3. Chevalier, D., A.L. Bail y M. Ghoui. Freezing and atmospheric pressure. Part. II: Comparation between freezing at atmospheric pressure and pressure-shift freezing. Journal of Food Engineering, 2000, Vol. 46, pp.287-293.
4. Covington, Brian. Technical Topics. 2008, Texas A&M University.
5. Instituto Internacional del Frio, Paper, Madrid, España, 1978.
6. LAWRIE, RALSTON ANDREW. Ciencia de la carne. Alteración microbiana de la carne. Zaragoza, España: Editorial Acribia, Segunda edición, 1977.
7. LAWRIE, RALSTON ANDREW. Lawrie's Meat Science. Lancaster, Pennsylvania USA: Wordhead Publishing Limited, Sixth English Edition, 1998.
8. MADRID VICENTE, A. GÓMEZ-PASTRANA, J.M. SANTIAGO, F, et al. Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos. Madrid España: Editorial A. Madrid Vicente, Ediciones Mundi Prensa, 2003.

9. MARTÍNEZ NURIA, ANDRÉS, ANA M. CHIRALT BOIX A.& FITO M. PEDRO. Termodinámica y cinética de sistemas. Alimentos Entorno. Valencia, España: Edit.. Universidad Politécnica de Valencia, 2004.
10. Meinert, Lene. Instituto Danés de Investigación, Copenhague, Dinamarca. 2011.
11. ORREGO ALZATE, CARLOS. Congelación y liofilización de alimentos. Mnizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. 2008.
12. USDA. Food Safety and Inspection Service. National Advisory Committee on Meat & Poultry Inspection. USA: Docket N° FSIS 2012-0030, August, 2012.
13. http://www.usmef.org.mx/USmeat2/Paginas/inicio.php?accion=procesos_congelacion.

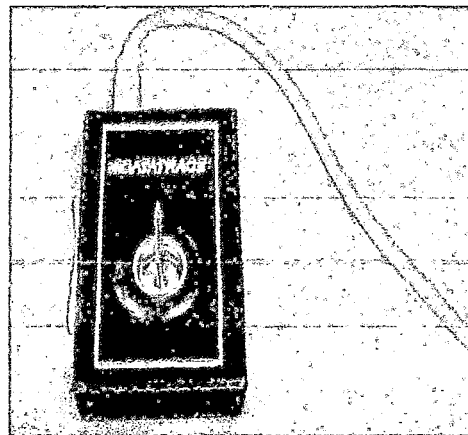
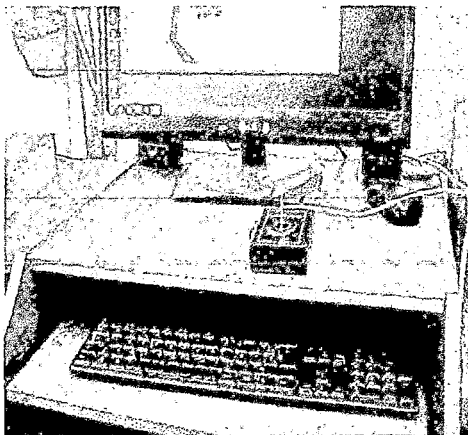
APÉNDICES



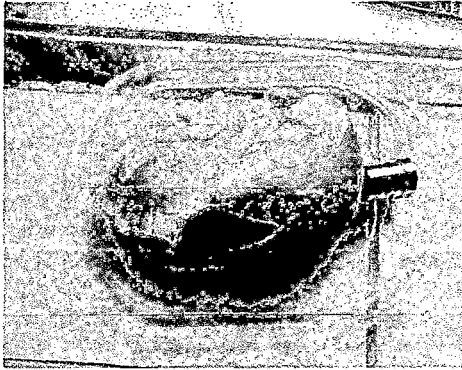
1. Apéndice N° 01: Refrigerador SAMSUNG



2. Apéndice N° 02: Sensores de calor DATATRACE



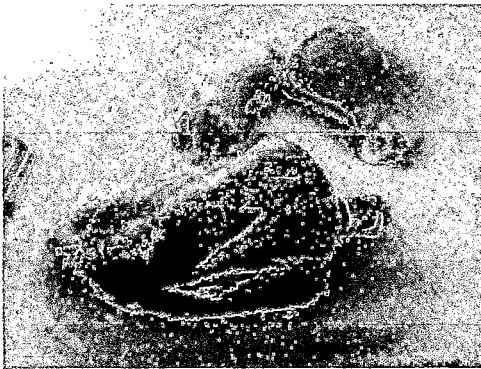
3. Apéndice N° 03: Sensores insertados en las muestras de carne



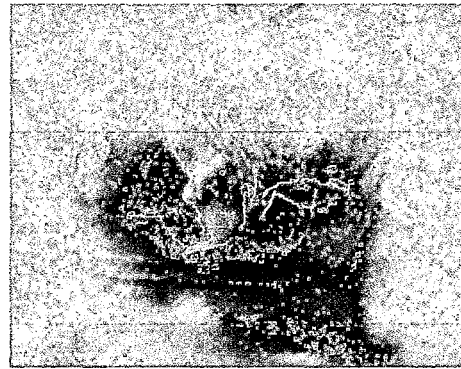
Carne de lomo de cerdo



Carne molida de res (vacca)



Pechuga de pollo



Pierna de pollo congelada



Carne de costilla de cerdo



Alita de pollo

9

4. Apéndice N° 04:

Acondicionamiento de las muestras en el "freezer" del refrigerador.



A handwritten signature or mark, possibly a stylized letter 'P', located in the bottom right corner of the page.

5. Apéndice N° 05: Curvas de congelación en:

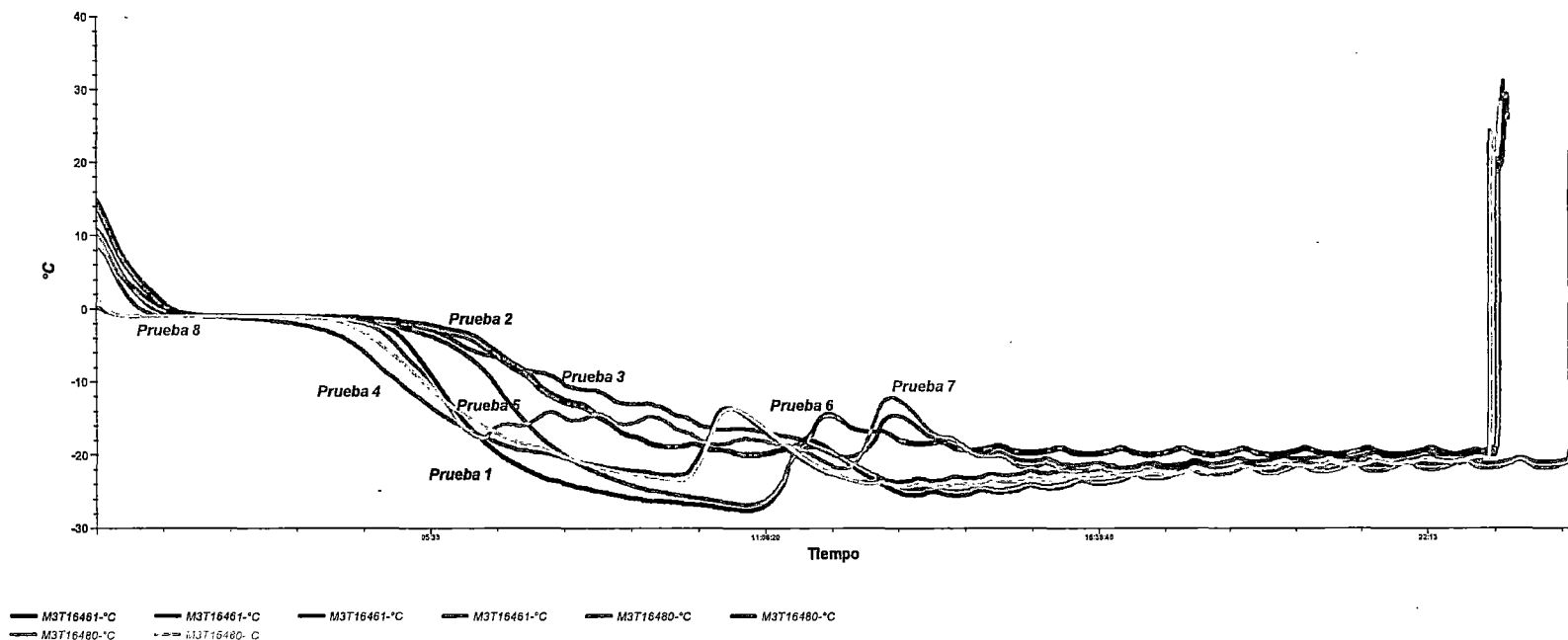
- 5.a. Pechuga de pollo**
- 5.b. Entrepierna del pollo**
- 5.c. Piernas del pollo**
- 5.d. Alitas del pollo**
- 5.e. Carne de costilla de cerdo**
- 5.f. Carne de lomo de cerdo**
- 5.g. Carne molida de res (vaca)**
- 5.h. Carne entera de res (vaca) “osobuco” sin hueso**



APENDICE 5.a

Curvas de congelación en pechuga de pollo

Curvas de congelación de pechuga de pollo con empaque plástico



Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -27.6 °C
Lectura Máxima: 29.3 °C
Read By:
Comentarios: Pechuga de pollo 1RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -20.1 °C
Lectura Máxima: 29.0 °C
Read By:
Comentarios: Pechuga de pollo 3RB

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -17.18 °C
Desviación Std: 10.52 °C

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -12.85 °C
Desviación Std: 9.12 °C

Hora Inicio: 04/01/13 08:30:00
Valor Rango: 1-4242
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4242
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 04/03/13 08:33:00
Valor Rango: 1-4239
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4239
Validación Fecha: Original

Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -21.9 °C
Lectura Máxima: 33.6 °C
Read By:
Comentarios: Pechuga de pollo 5RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -23.8 °C
Lectura Máxima: 31.1 °C
Read By:
Comentarios: Pechuga de pollo 7RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -26.9 °C
Lectura Máxima: 28.8 °C
Read By:
Comentarios: Pechuga de pollo 2RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -19.9 °C
Lectura Máxima: 28.2 °C
Read By:
Comentarios: Pechuga de pollo 4RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -22.8 °C
Lectura Máxima: 32.4 °C
Read By:
Comentarios: Pechuga de pollo 6RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -24.3 °C
Lectura Máxima: 28.1 °C
Read By:
Comentarios: Pechuga de pollo 8RB

Lectura Media: -13.42 °C
Desviación Std: 9.14 °C

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -16.10 °C
Desviación Std: 8.79 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -16.16 °C
Desviación Std: 10.37 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -12.90 °C
Desviación Std: 8.87 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -15.07 °C
Desviación Std: 8.64 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -16.31 °C
Desviación Std: 9.12 °C

Valor Rango: 1-4459
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4459
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 04/08/13 08:27:00
Valor Rango: 1-4229
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4229
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 04/01/13 08:30:00
Valor Rango: 1-4241
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4241
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 04/03/13 08:33:00
Valor Rango: 1-4237
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4237
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 04/05/13 08:50:00
Valor Rango: 1-4453
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4453
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 04/08/13 08:27:00
Valor Rango: 1-4222
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4222
Validación Fecha: Original

Verified By: _____

Date: _____

Prepared By: _____

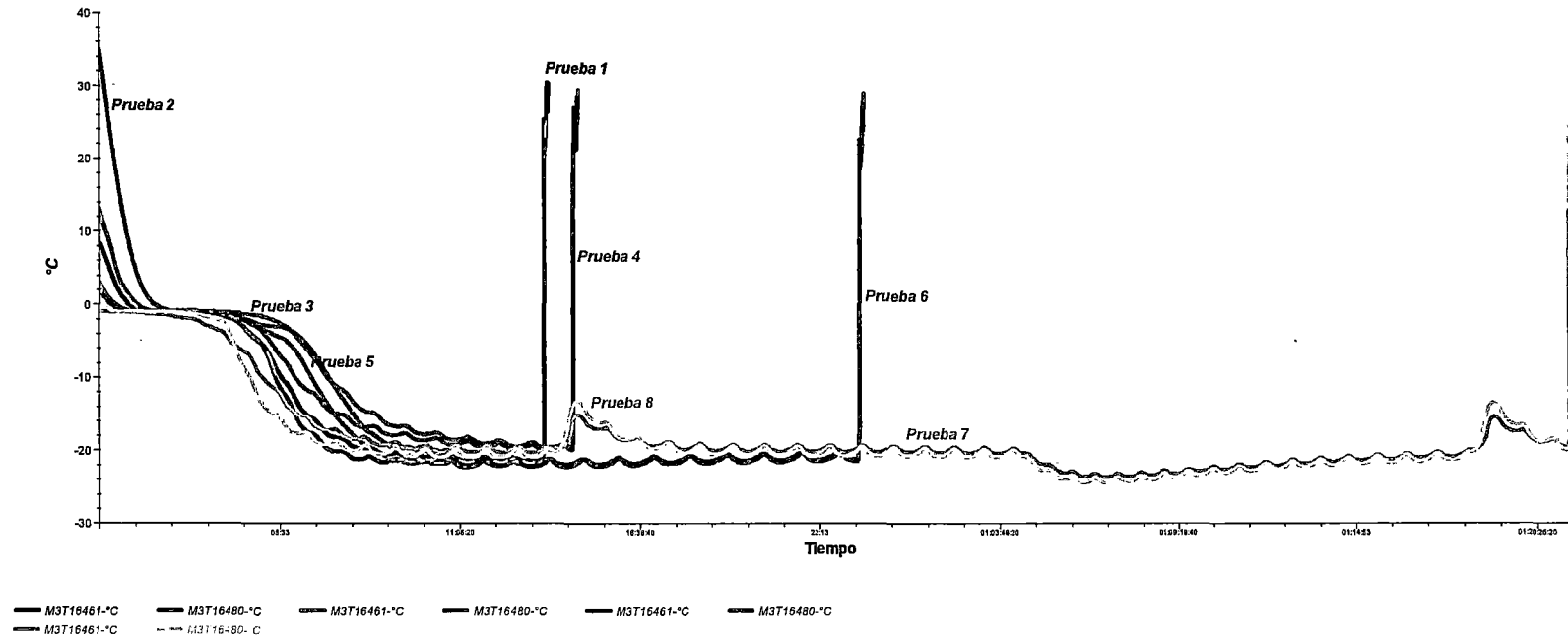


APENDICE 5.b

Curvas de congelación en entrepierna de pollo



Curvas de congelación de entrepierna de pollo en bolsa de plástico



Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -21.5 °C
Lectura Máxima: 30.5 °C
Read By:
Comentarios: Entrepiera de pollo 1RB

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -11.72 °C
Desviación Std: 10.13 °C

Hora Inicio: 03/22/13 19:20:00
Valor Rango: 1-2492
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 2492
Validación Fecha: Original

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -20.0 °C
Lectura Máxima: 28.7 °C
Read By:
Comentarios: Entrepiera de pollo 4RB

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -10.80 °C
Desviación Std: 8.81 °C

Hora Inicio: 03/24/13 16:51:00
Valor Rango: 1-2659
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 2659
Validación Fecha: Original



Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -22.4 °C
Lectura Máxima: 28.8 °C
Read By:
Comentarios: Entrepiera de pollo 5RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -23.7 °C
Lectura Máxima: 30.9 °C
Read By:
Comentarios: Entrepiera de pollo 7RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -22.0 °C
Lectura Máxima: 35.1 °C
Read By:
Comentarios: Entrepiera de pollo 2RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -19.7 °C
Lectura Máxima: 29.5 °C
Read By:
Comentarios: Entrepiera de pollo 3RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -22.0 °C
Lectura Máxima: 29.0 °C
Read By:
Comentarios: Entrepiera de pollo 4RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -24.5 °C
Lectura Máxima: 30.2 °C
Read By:
Comentarios: Entrepiera de pollo 8RB

Lectura Media: -15.11 °C
Desviación Std: 9.71 °C

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -17.87 °C
Desviación Std: 6.43 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -11.04 °C
Desviación Std: 13.09 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -9.49 °C
Desviación Std: 8.81 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -14.44 °C
Desviación Std: 9.69 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -18.31 °C
Desviación Std: 6.57 °C

Valor Rango: 1-4255
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4255
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 04/06/13 10:13:00
Valor Rango: 1-8213
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 8213
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/22/13 19:20:00
Valor Rango: 1-2492
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 2492
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/24/13 16:51:00
Valor Rango: 1-2661
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 2661
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/26/13 08:26:00
Valor Rango: 1-4254
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4254
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 04/06/13 10:13:00
Valor Rango: 1-8210
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 8210
Validación Fecha: Original

Verified By: _____

Date: _____

Prepared By: _____

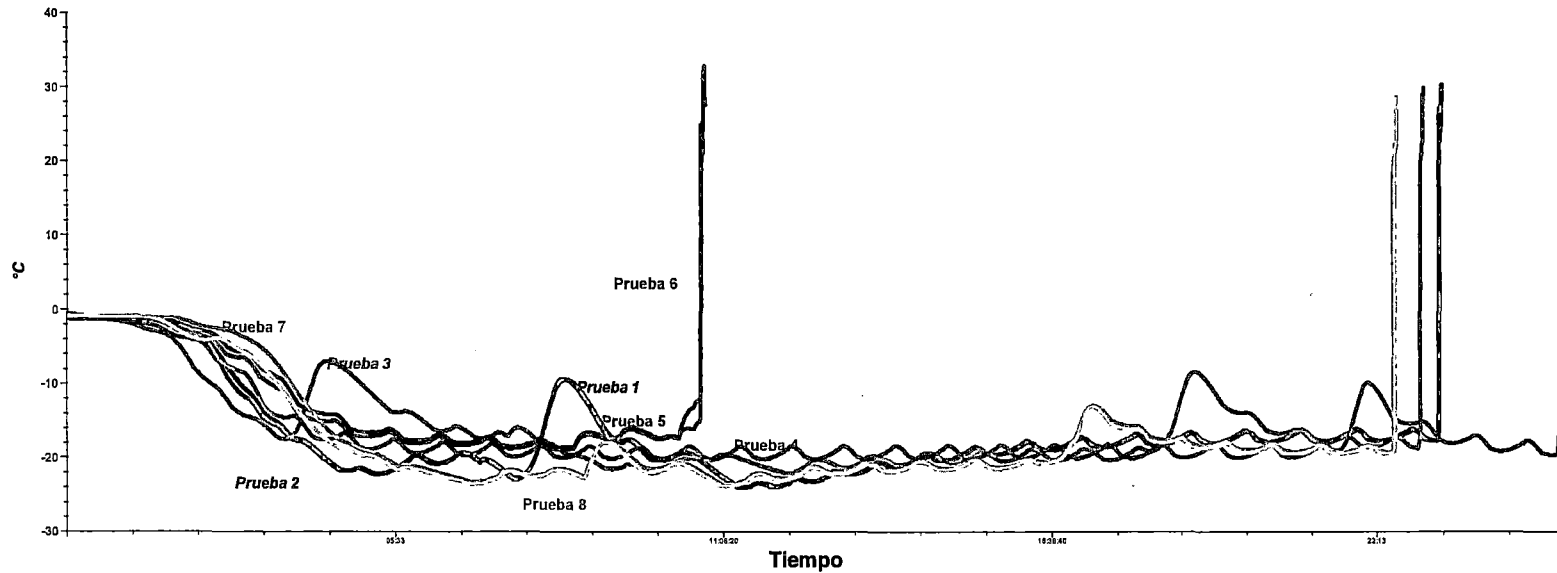


APENDICE 5.c

Curvas de congelación en piernas de pollo

8

Curvas de congelación de piernas de pollo sin empaque de plástico



— M3T16481-°C — M3T16480-°C — M3T16461-°C — M3T16461-°C — M3T16461-°C — M3T16480-°C
 — M3T16461-°C — M3T16461-°C

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -24.1 °C
Lectura Máxima: 29.5 °C

Read By:
Comentarios: pierna pollo 1R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -18.9 °C
Lectura Máxima: 32.9 °C

Read By:
Comentarios: Pierna de pollo 5R

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -16.83 °C
Desviación Std: 6.46 °C

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -12.15 °C
Desviación Std: 7.41 °C

Hora Inicio: 02/27/13 08:15:00
Valor Rango: 1-4204
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4204
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/08/13 08:58:00
Valor Rango: 1-1949
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 1949
Validación Fecha: Original

Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -23.6 °C
Lectura Máxima: 28.7 °C
Read By:
Comentarios: Pierna de pollo 7R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -24.0 °C
Lectura Máxima: 30.3 °C
Read By:
Comentarios: pierna pollo 2R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -22.1 °C
Lectura Máxima: 29.9 °C
Read By:
Comentarios: Pierna de pollo 3R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -20.2 °C
Lectura Máxima: 32.5 °C
Read By:
Comentarios: Pierna de pollo 4R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -18.6 °C
Lectura Máxima: 32.2 °C
Read By:
Comentarios: Pierna de pollo 6R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -24.0 °C
Lectura Máxima: 28.4 °C
Read By:
Comentarios: Pierna de pollo 8R

Lectura Media: -16.84 °C
Desviación Std: 7.31 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -16.72 °C
Desviación Std: 6.51 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -15.92 °C
Desviación Std: 6.03 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -16.54 °C
Desviación Std: 5.81 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -11.68 °C
Desviación Std: 7.65 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -17.41 °C
Desviación Std: 7.00 °C

Valor Rango: 1-4068
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4068
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 02/27/13 08:15:00
Valor Rango: 1-4202
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4202
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/01/13 08:30:00
Valor Rango: 1-4148
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4148
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/02/13 08:25:20
Valor Rango: 1-4568
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4568
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/08/13 08:58:00
Valor Rango: 1-1950
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 1950
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/11/13 09:03:00
Valor Rango: 1-4069
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4069
Validación Fecha: Original

Verified By: _____

Date: _____

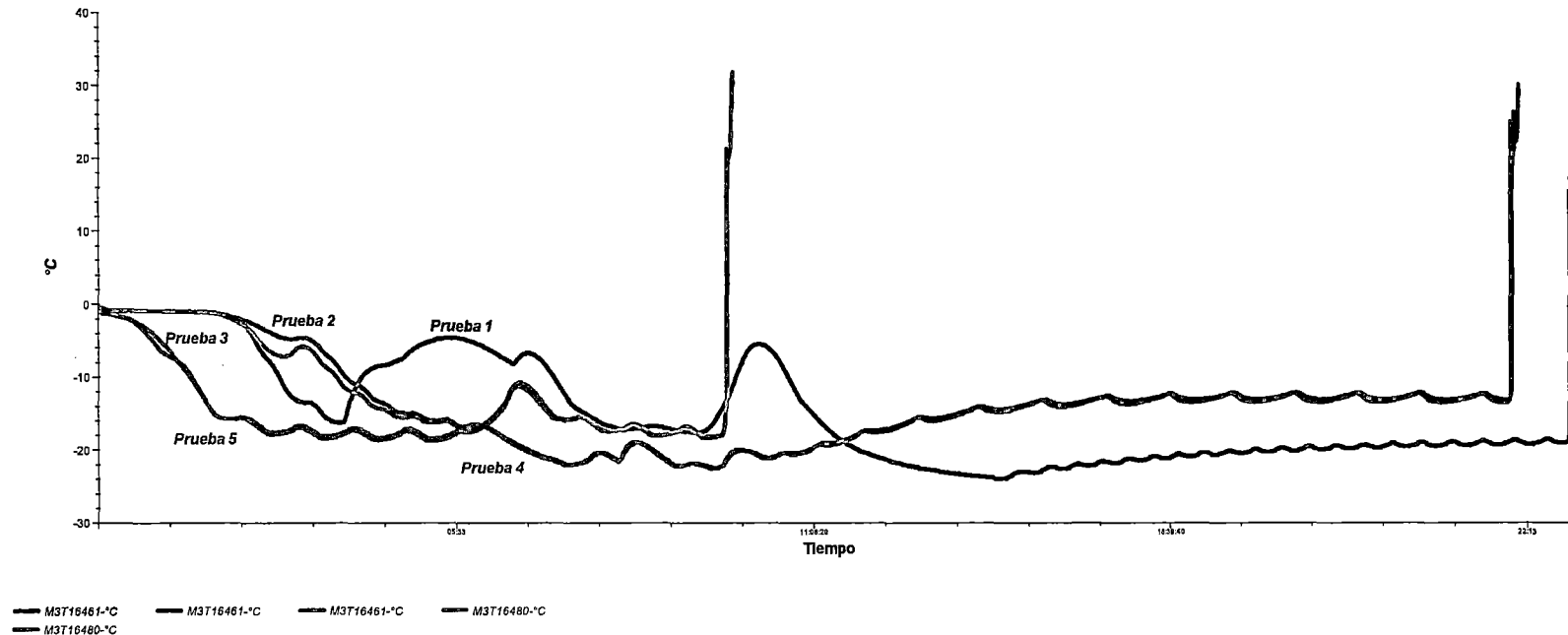
Prepared By: _____



APENDICE 5.d
Curvas de congelación en alitas de pollo

?

Curvas de congelación de alitas de pollo sin empaque plástico



Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -18.8 °C
Lectura Máxima: 31.8 °C
Read By:
Comentarios: Alita de pollo 5R
Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -23.9 °C
Lectura Máxima: 30.1 °C
Read By:
Comentarios: Alita de pollo 1R

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -14.49 °C
Desviación Std: 6.18 °C

Hora Inicio: 03/08/13 21:08:00
Valor Rango: 1-1776
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 1776
Validación Fecha: Original

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -14.83 °C
Desviación Std: 7.47 °C

Hora Inicio: 03/05/13 08:35:00
Valor Rango: 1-4133
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4133
Validación Fecha: Original

Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -22.6 °C
Lectura Máxima: 30.0 °C
Read By:
Comentarios: alita de pollo 3R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -18.5 °C
Lectura Máxima: 31.6 °C
Read By:
Comentarios: Alita de pollo 4R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -22.5 °C
Lectura Máxima: 29.8 °C
Read By:
Comentarios: alita de pollo 2R

Lectura Media: -13.72 °C
Desviación Std: 6.49 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -14.23 °C
Desviación Std: 6.24 °C

Nombre ensayo: DT102
Lectura Media: -13.41 °C
Desviación Std: 6.53 °C

Valor Rango: 1-3981
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 3981
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/08/13 21:08:00
Valor Rango: 1-1778
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 1778
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/06/13 09:30:00
Valor Rango: 1-3982
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 3982
Validación Fecha: Original

Verified By: _____

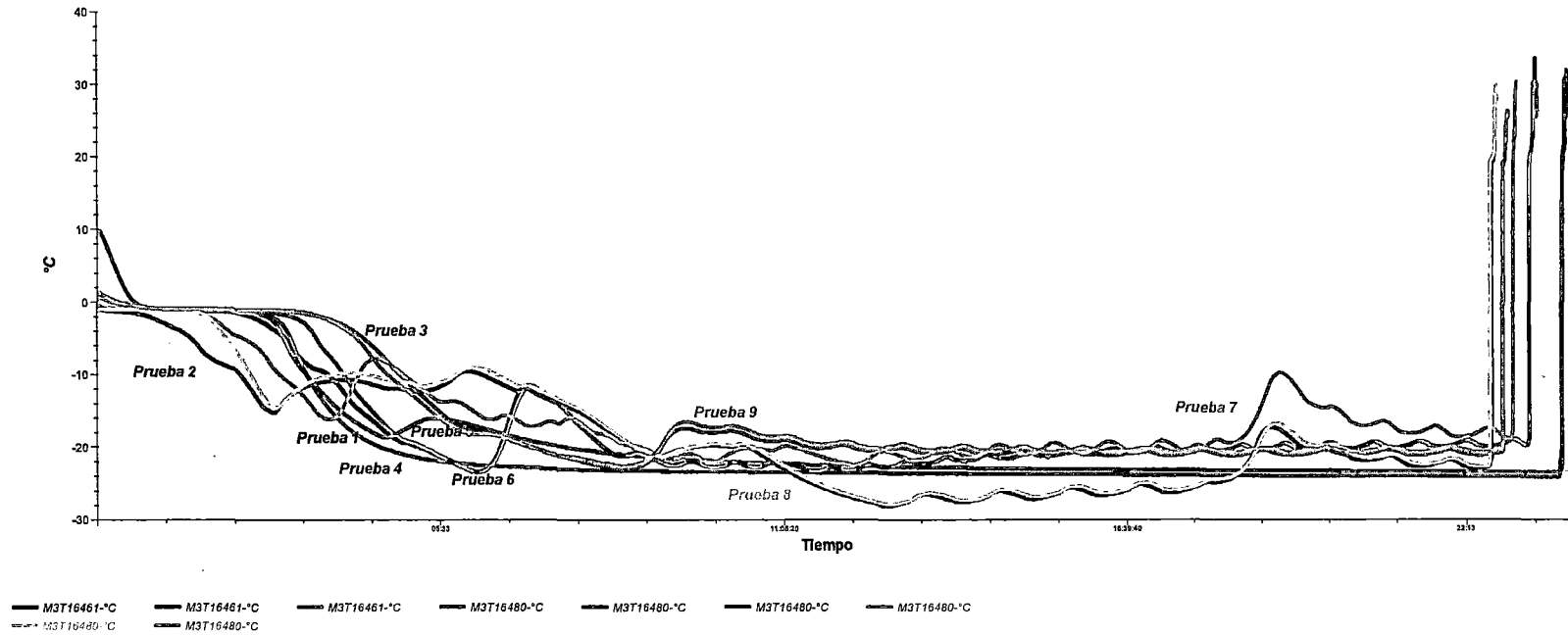
Date: _____

Prepared By: _____

APENDICE 5.e

Curvas de congelación en carne de costilla de cerdo

Curvas de congelación de costillas de cerdo sin empaque plástico



Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -23.5 °C
Lectura Máxima: 31.9 °C
Read By:
Comentarios: Costilla de cerdo 2

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -23.5 °C
Lectura Máxima: 33.5 °C
Read By:
Comentarios: Costilla de cerdo 2R

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -18.58 °C
Desviación Std: 7.93 °C

Hora Inicio: 02/21/13 07:50:00
Valor Rango: 1-4299
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4299
Validación Fecha: Original

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -16.93 °C
Desviación Std: 7.98 °C

Hora Inicio: 02/28/13 08:20:00
Valor Rango: 1-4210
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4210
Validación Fecha: Original

Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -22.5 °C
Lectura Máxima: 30.2 °C
Read By:
Comentarios: Costilla de cerdo 3R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -28.1 °C
Lectura Máxima: 29.2 °C
Read By:
Comentarios: Costilla de cerdo 2R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -22.6 °C
Lectura Máxima: 26.2 °C
Read By:
Comentarios: Costilla de cerdo 4RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -24.2 °C
Lectura Máxima: 31.0 °C
Read By:
Comentarios: Costilla de cerdo

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -23.4 °C
Lectura Máxima: 30.4 °C
Read By:
Comentarios: Costilla de cerdo 1R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -27.9 °C
Lectura Máxima: 29.7 °C
Read By:
Comentarios: Costilla de cerdo 3R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -23.1 °C
Lectura Máxima: 26.2 °C
Read By:
Comentarios: Costilla de cerdo 5RB

Lectura Media: -15.78 °C
Desviación Std: 6.51 °C

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -18.50 °C
Desviación Std: 7.87 °C

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -15.82 °C
Desviación Std: 7.83 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -19.69 °C
Desviación Std: 8.62 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -17.19 °C
Desviación Std: 7.63 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -17.85 °C
Desviación Std: 8.37 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -16.03 °C
Desviación Std: 8.05 °C

Valor Rango: 1-4150
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4150
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/14/13 08:59:00
Valor Rango: 1-4092
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4092
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/18/13 09:08:00
Valor Rango: 1-4124
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4124
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 02/20/13 07:45:00
Valor Rango: 1-4296
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4296
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 02/28/13 08:20:00
Valor Rango: 1-4208
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4208
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/14/13 08:59:00
Valor Rango: 1-4091
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4091
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/18/13 09:08:00
Valor Rango: 1-4125
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4125
Validación Fecha: Original

Verified By: _____

Date: _____

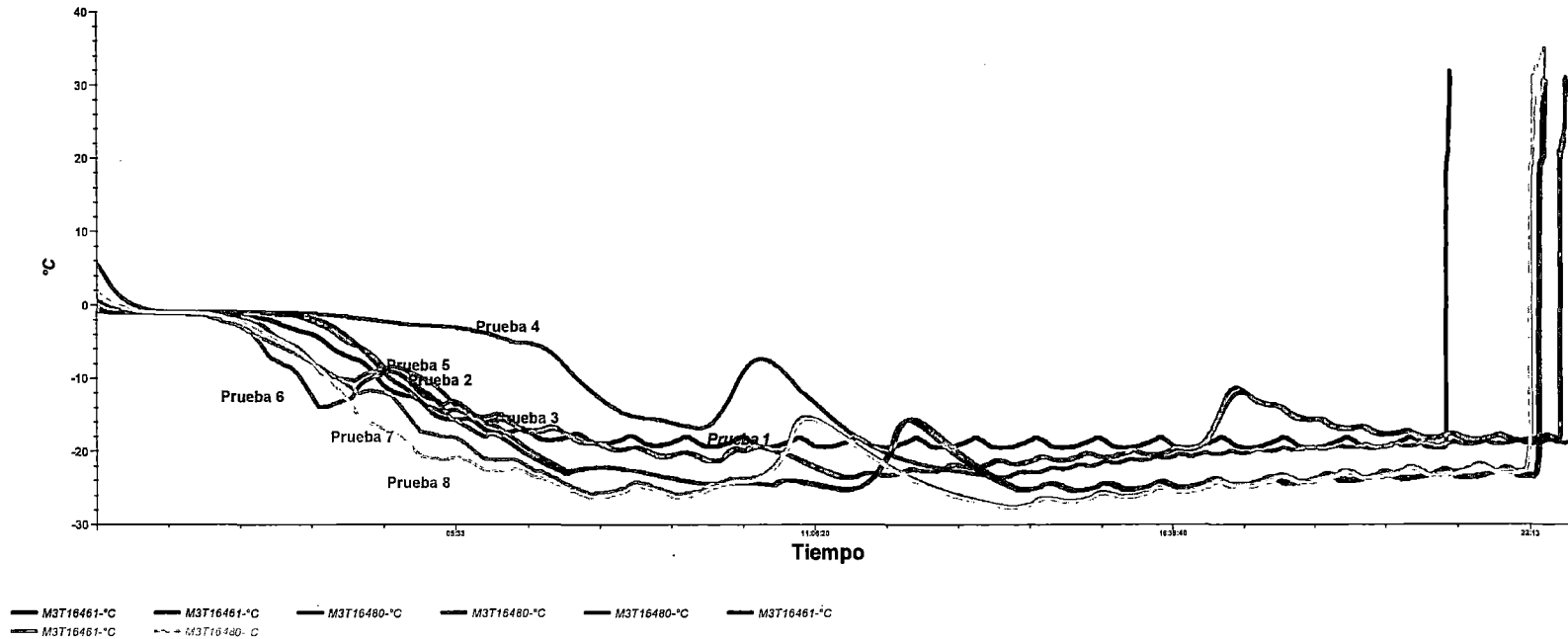
Prepared By: _____

APENDICE 5.f

Curvas de congelación en carne de lomo de cerdo

9

Curvas de congelación de lomo de cerdo sin empaque plástico



Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -23.7 °C
Lectura Máxima: 31.1 °C
Read By:
Comentarios: Lomo de cerdo 3R
Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -23.6 °C
Lectura Máxima: 29.2 °C
Read By:
Comentarios: Lomo de cerdo 4R

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -15.14 °C
Desviación Std: 7.83 °C
Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -13.05 °C
Desviación Std: 8.66 °C

Hora Inicio: 03/04/13 08:45:00
Valor Rango: 1-4106
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4106
Validación Fecha: Original
Hora Inicio: 03/05/13 08:35:00
Valor Rango: 1-4134
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4134
Validación Fecha: Original

Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -25.3 °C
Lectura Máxima: 30.6 °C
Read By:
Comentarios: Lomo de cerdo 6R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -27.6 °C
Lectura Máxima: 35.0 °C
Read By:
Comentarios: Lomo de cerdo 7R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -19.6 °C
Lectura Máxima: 31.9 °C
Read By:
Comentarios: Carne olomo cerdo 1R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -23.6 °C
Lectura Máxima: 30.9 °C
Read By:
Comentarios: Lomo de cerdo 2R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -25.5 °C
Lectura Máxima: 31.9 °C
Read By:
Comentarios: Lomo de cerdo 5R

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -27.8 °C
Lectura Máxima: 34.3 °C
Read By:
Comentarios: Lomo de cerdo 8R

Lectura Media: -18.24 °C
Desviación Std: 8.65 °C

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -18.89 °C
Desviación Std: 9.46 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -14.92 °C
Desviación Std: 7.08 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -15.26 °C
Desviación Std: 7.65 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -18.80 °C
Desviación Std: 8.30 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -19.50 °C
Desviación Std: 9.47 °C

Valor Rango: 1-4050
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4050
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/15/13 09:06:00
Valor Rango: 1-4046
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4046
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/03/13 10:45:00
Valor Rango: 1-3786
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 3786
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/04/13 08:45:00
Valor Rango: 1-4104
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4104
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/13/13 09:08:00
Valor Rango: 1-4045
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4045
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/15/13 09:06:00
Valor Rango: 1-4040
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4040
Validación Fecha: Original

Verified By: _____

Date: _____

Prepared By: _____

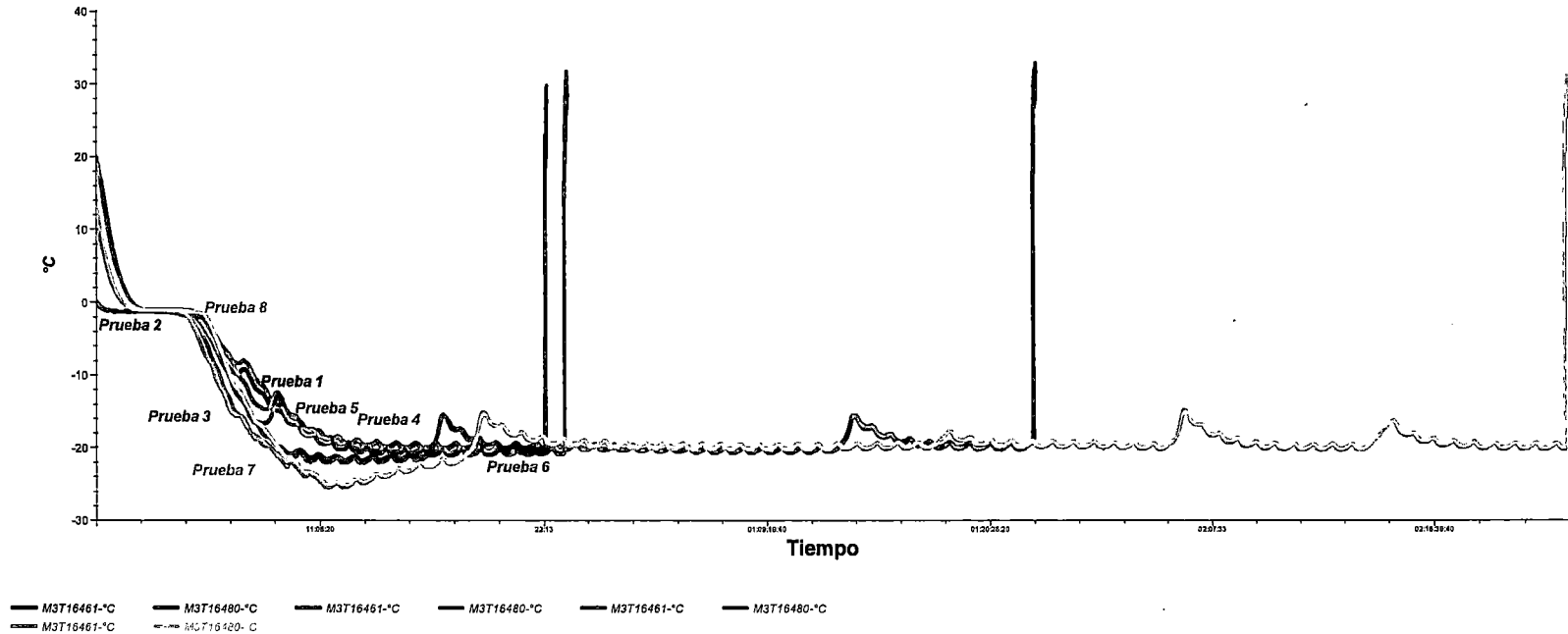


APENDICE 5.g

Curvas de congelación en carne molida de res (vaca)



Curvas de congelación de carne de res molida con empaque de plástico



Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -20.7 °C
Lectura Máxima: 32.9 °C
Read By:
Comentarios: Carne molida vacuno 1RB
Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -22.1 °C
Lectura Máxima: 31.3 °C
Read By:
Comentarios: Carne molida vacuno 3RB

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -16.64 °C
Desviación Std: 6.68 °C

Hora Inicio: 03/16/13 08:58:00
Valor Rango: 1-8416
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 8416
Validación Fecha: Original

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -14.39 °C
Desviación Std: 10.04 °C

Hora Inicio: 03/21/13 08:34:00
Valor Rango: 1-4222
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4222
Validación Fecha: Original



Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -20.7 °C
Lectura Máxima: 29.8 °C
Read By:
Comentarios: Carne molida vacuno 5RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -25.6 °C
Lectura Máxima: 31.1 °C
Read By:
Comentarios: Carne molida 7RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -20.5 °C
Lectura Máxima: 32.0 °C
Read By:
Comentarios: Carne molida vacuno 2RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -21.7 °C
Lectura Máxima: 31.8 °C
Read By:
Comentarios: Carne molida vacuno 4RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -21.1 °C
Lectura Máxima: 29.2 °C
Read By:
Comentarios: Carne molida vacuno 6RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -25.1 °C
Lectura Máxima: 31.0 °C
Read By:
Comentarios: Carne molida 8RB

Lectura Media: -12.97 °C
Desviación Std: 9.03 °C

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -18.21 °C
Desviación Std: 6.08 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -16.36 °C
Desviación Std: 6.82 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -13.65 °C
Desviación Std: 10.23 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -13.47 °C
Desviación Std: 9.46 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -17.78 °C
Desviación Std: 6.37 °C

Valor Rango: 1-4036
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4036
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/27/13 08:36:00
Valor Rango: 1-13190
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 13190
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/16/13 08:58:00
Valor Rango: 1-8418
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 8418
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/21/13 08:34:00
Valor Rango: 1-4221
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4221
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/23/13 09:39:00
Valor Rango: 1-4037
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4037
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/27/13 08:36:00
Valor Rango: 1-13186
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 13186
Validación Fecha: Original

Verified By: _____

Date: _____

Prepared By: _____

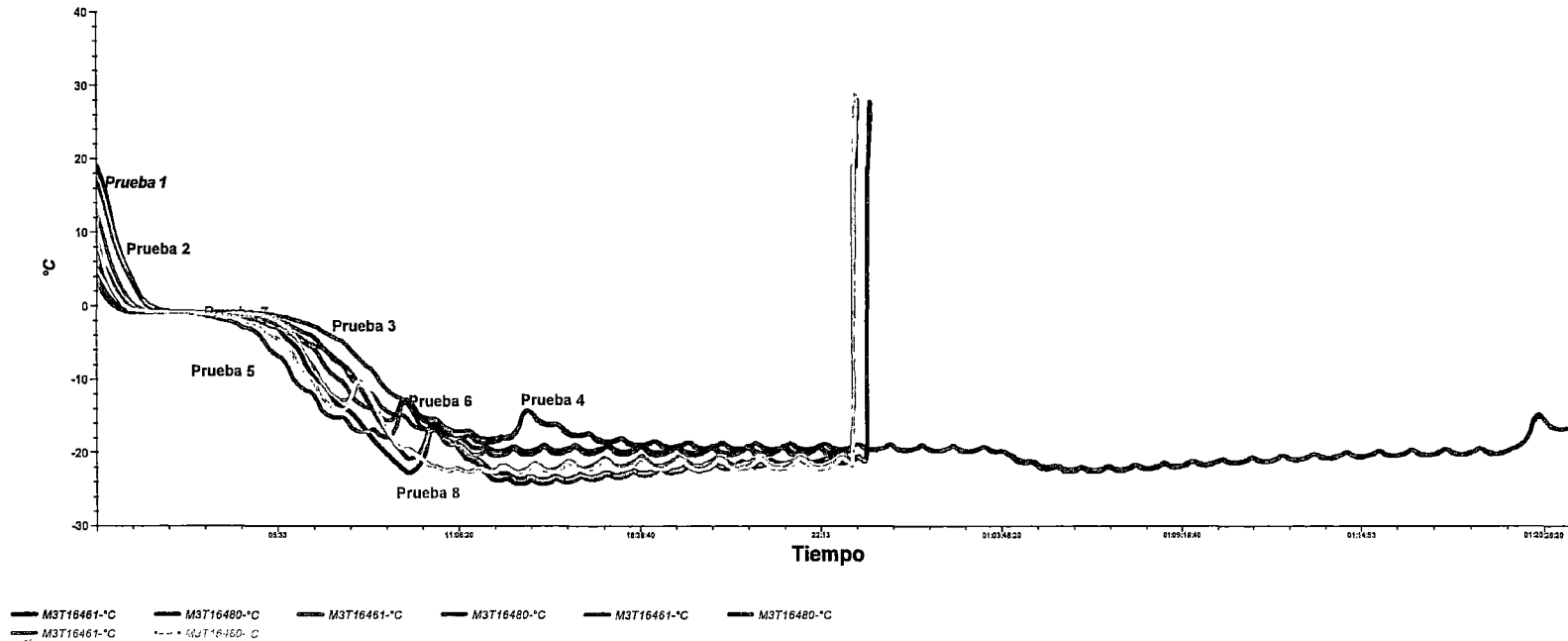
APENDICE 5.h

Curvas de congelación en carne entera de res (vaca)

“osobuco” sin hueso



Curvas de congelación carne de res "osobuco" con empaque de plástico



Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -24.2 °C
Lectura Máxima: 27.6 °C
Read By:
Comentarios: Carne entera vacuno osobuco 3RB

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -14.86 °C
Desviación Std: 10.72 °C

Hora Inicio: 03/25/13 08:08:00
Valor Rango: 1-4281
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 4281
Validación Fecha: Original

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -22.4 °C
Lectura Máxima: 30.2 °C
Read By:
Comentarios: Osobuco 6rb

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -15.73 °C
Desviación Std: 7.61 °C

Hora Inicio: 03/30/13 10:25:00
Valor Rango: 1-8200
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos: 8200
Validación Fecha: Original

Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -20.5 °C
Lectura Máxima: 28.0 °C
Read By:
Comentarios: Osobuco 7RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16461
Lectura Mínima: -22.6 °C
Lectura Máxima: 28.7 °C
Read By:
Comentarios: Osobuco 11RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -23.6 °C
Lectura Máxima: 27.8 °C
Read By:
Comentarios: Carne entera vacuno osobuco 4RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -22.6 °C
Lectura Máxima: 30.4 °C
Read By:
Comentarios: Osobuco 5RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -20.1 °C
Lectura Máxima: 28.1 °C
Read By:
Comentarios: Osobuco 8RB

Tipo Lectura: Temperatura
Número de Serie: M3T16480
Lectura Mínima: -22.8 °C
Lectura Máxima: 28.8 °C
Read By:
Comentarios: Osobuco 12RB

Lectura Media: -14.12 °C
Desviación Std: 8.18 °C

Nombre ensayo: DT100
Lectura Media: -14.32 °C
Desviación Std: 9.81 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -14.06 °C
Desviación Std: 10.52 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -16.13 °C
Desviación Std: 7.40 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -13.00 °C
Desviación Std: 8.35 °C

Nombre ensayo: DT101
Lectura Media: -15.01 °C
Desviación Std: 9.41 °C

Valor Rango: 1-4211
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4211
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 04/09/13 08:34:00
Valor Rango: 1-4200
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4200
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/25/13 08:08:00
Valor Rango: 1-4280
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4280
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 03/30/13 10:25:00
Valor Rango: 1-8198
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 8198
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 04/02/13 08:36:00
Valor Rango: 1-4208
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4208
Validación Fecha: Original

Hora Inicio: 04/09/13 08:34:00
Valor Rango: 1-4199
Intervalo Lectura: 00:00:20
No. Puntos Leídos 4199
Validación Fecha: Original

Verified By: _____

Date: _____

Prepared By: _____

6. Apéndice N° 06: Reporte de temperatura y tiempo de medición en el proceso de congelado de:

- 6.a. Pechuga de pollo**
- 6.b. Entrepierna del pollo**
- 6.c. Piernas del pollo**
- 6.d. Alitas del pollo**
- 6.e. Carne de costilla de cerdo**
- 6.f. Carne de lomo de cerdo**
- 6.g. Carne molida de res (vaca)**
- 6.h. Carne entera de res (vaca) “osobuco” sin hueso**



APENDICE 6.a

**Reporte de temperatura y tiempo de medición en el proceso de
congelado de pechuga de pollo**

9

APENDICE 6.b

**Reporte de temperatura y tiempo de medición en el proceso de
congelado de entrepierna de pollo**

9

APENDICE 6.c

Reporte de temperatura y tiempo de medición en el proceso de congelado de piernas de pollo

8

APENDICE 6.d

**Reporte de temperatura y tiempo de medición en el proceso de
congelado de alitas de pollo**

9

APENDICE 6.e

**Reporte de temperatura y tiempo de medición en el proceso de
congelado de carne de costilla de cerdo**



APENDICE 6.f

**Reporte de temperatura y tiempo de medición en el proceso de
congelado de carne de lomo de cerdo**

P

APENDICE 6.g

Reporte de temperatura y tiempo de medición en el proceso de congelado de carne molida de res (vaca)



APENDICE 6.h

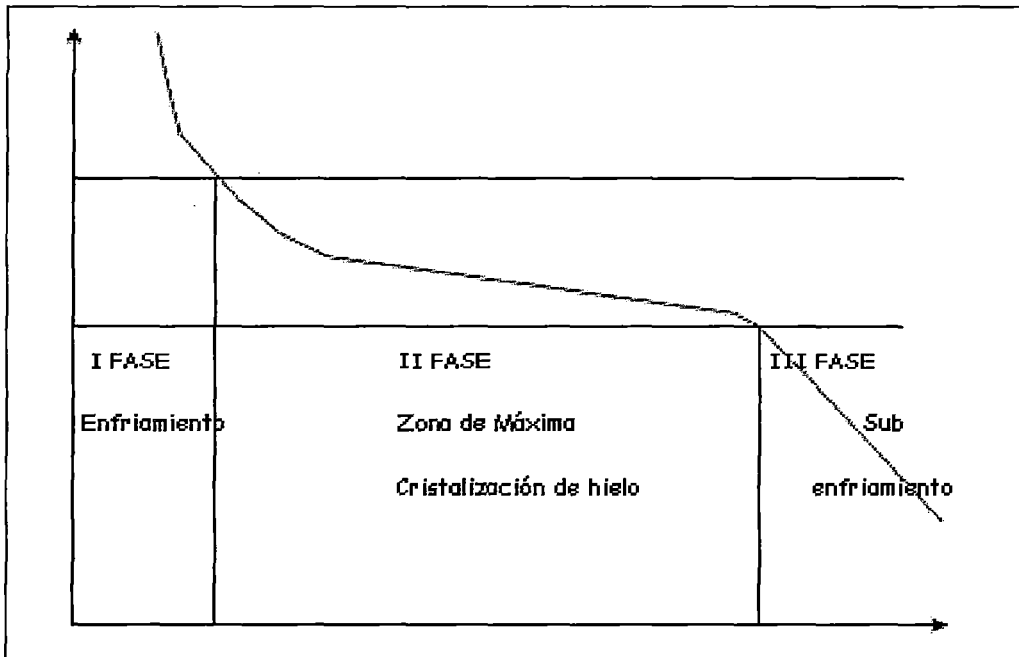
Reporte de temperatura y tiempo de medición en el proceso de congelado de carne entera de res (vaca)

“osobuco” sin hueso

ANEXOS

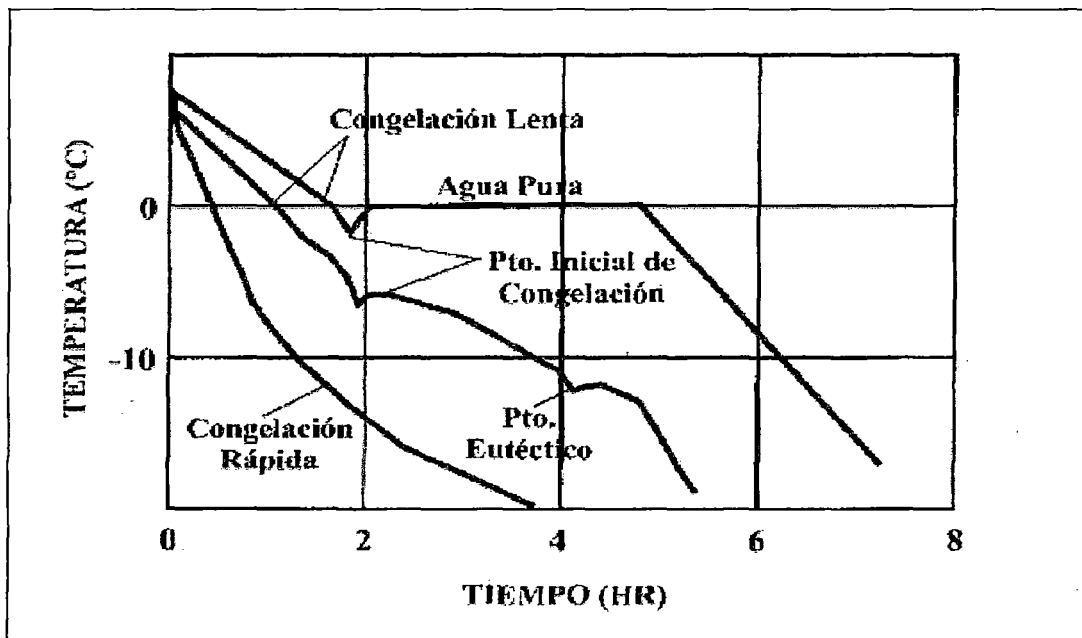


Anexo N° 01: Curva de congelación de alimentos



Fuente: Lawrie, Ciencia de la carne. Alteración microbiana de la carne. 1977

Anexo N° 02: Curvas de congelación lenta y rápida



Fuente: Orrego Alzate, C. Congelación y liofilización de alimentos. 2008

